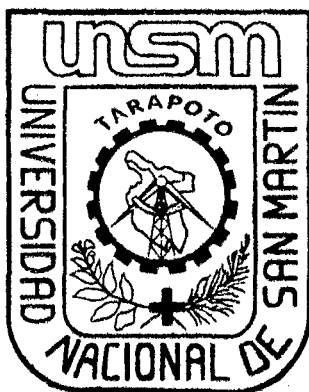


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**EVALUACIÓN DE DOSIS DE MICROORGANISMOS
BENÉFICOS EN CULTIVO DE CEBOLLA CHINA
(Var. Roja Chiclayana),BAJO CONDICIONES
AGROCLIMÁTICAS DEL VALLE DE LAMAS.**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

DILVER ELI HERNÁNDEZ GUEVARA

TARAPOTO - PERÚ

2014

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO – PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



TESIS

**EVALUACIÓN DE DOSIS DE MICROORGANISMOS
BENÉFICOS EN CULTIVO DE CEBOLLA CHINA (Var. Roja
chiclayana), BAJO CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DEL
VALLE DE LAMAS.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
DILVER ELI HERNÁNDEZ GUEVARA**

TARAPOTO – PERÚ

2014


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO – PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS

TESIS

**EVALUACIÓN DE DOSIS DE MICROORGANISMOS
BENÉFICOS EN CULTIVO DE CEBOLLA CHINA (Var. Roja
chiclayana), BAJO CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DEL
VALLE DE LAMAS.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

MIEMBROS DEL JURADO



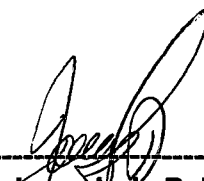
Dr. Winston Franz Ríos Ruiz
Presidente de jurado



Ing. M. Sc. Javier Ormeño Luna
Secretario



Ing. M. Sc. Tedy Castillo Díaz
Miembro



Ing. Jorge Luis Pelaez Rivera
Asesor

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a la memoria de mi padre Tito Hernández Vallejos a quien le debo todo, por haber confiado en mí sus secretos de vida, por haber sido mi paz, por haber sido quien fue, por enseñarme que en la vida todo se complementa y que la música y el fútbol son maravillosos, por haberme enseñado a callar cuando debo y perseguir lo que deseo hasta conseguirlo, por guiarme aun hoy y por haberme dado luz en lo maravilloso que es la vida...

A mi madre rosa Guevara Fernández por ser padre, madre y a la vez mi mejor amiga, por ese gran esfuerzo para yo poder culminar mis estudios, y cumplir una meta importante en mi vida.

A mi hermana María Elena Hernández Guevara por acompañarme a recorrer esta experiencia del estudio universitario.

Dedico especialmente este trabajo a una persona que hizo posible, grandes cosas en mi vida, por permitirme crecer a su lado, por ser mi mejor amigo, el motor de mi vida y mi inspiración: José Eduard Hernández Guevara, todo lo que haga para crecer más como persona lo hago pensando en ti, gracias por ser el mejor hermano del mundo.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial al Ing° Jorge Luís Peláez Rivera, propietario del Fundo "EL PACIFICO", por brindar sus instalaciones, y ser el conductor del presente trabajo.

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
3.1 Cebolla China	
3.1.1 Origen	4
3.1.2 Clasificación botánica	5
3.1.3 Características morfológicas	5
3.1.4 Fenología del cultivo	8
3.1.5 Requerimientos edafoclimáticos	9
3.1.6 Manejo del cultivo	12
3.1.7 Valor nutricional	21
3.1.8 Rendimiento	21
3.1.9 Principales plagas y enfermedades	22
3.1.10 Investigación realizada en la variedad roja chiclayana	27
3.2 Microorganismos Eficaces (EM)	
3.2.1 Definición de EM	28
3.2.2 Historia	28
3.2.3 Importancia de los Microorganismos Eficaces	29
3.2.4 La tecnología de microorganismos eficaces	30

3.2.5 Microorganismos presentes	31
3.2.6 Transformaciones bioquímicas de algunos insumos sintetizados por los microorganismos eficientes.	34
3.2.7 Aplicación de EM para la agricultura	40
3.2.8 Trabajos realizados con la aplicación de la tecnología EM	43
3.2.9 EM•1	46

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Materiales

4.1.1 Ubicación del campo experimental	50
4.1.2 Antecedentes del campo	50
4.1.3 Vías de acceso	51
4.1.4 Condiciones Ecológicas	51
4.1.5 Características edafoclimáticas	51

4.2 Metodología

4.2.1 Diseño y características del experimento	53
4.2.2 Tratamientos en estudio	54
4.2.3 Conducción del experimento	55
4.2.4 Labores culturales	59
4.2.5 Variables evaluadas	60

V.	RESULTADOS	
5.1	Del número de bulbos por planta	62
5.2	Del diámetro promedio del bulbo	64
5.3	Del diámetro basal de la hoja	66
5.4	De la longitud de la hoja	68
5.5	Del peso total de la planta	70
5.6	Del rendimiento en kg.ha ⁻¹	72
5.7	Del análisis económico	74
VI.	DISCUCIONES	
6.1	Del número de bulbos por planta	75
6.2	Del diámetro promedio del bulbo	76
6.3	Del diámetro basal de la hoja	77
6.4	De la longitud de la hoja	78
6.5	Del peso total de la planta	78
6.6	Del rendimiento en kg.ha ⁻¹	80
6.7	Del análisis económico	82
VII.	CONCLUSIONES	84
VIII.	RECOMENDACIONES	85
IX.	BIBLIOGRAFÍA	86
	ANEXOS	

I. INTRODUCCIÓN

La cebolla china *Allium fistulosum* es una herbácea de crecimiento erecto, que por su rendimiento económico y su consumo es muy importante en muchos países. Este producto por su alto valor nutricional y la variedad de formas en su consumo forma parte de muchas de nuestras dietas. En este cultivo se deben emplear buenas prácticas de campo para obtener productos en cantidad y de buena calidad.

En general la cebolla china es una especie diversificada por lo que se adapta a condiciones agroecológicas diferentes, es así que se cultiva en la costa peruana como en la sierra y en selva. El cultivo de cebolla china se ha acondicionado al ecosistema en el que se desarrollan factores básicos: como el tipo de suelo, precipitación, clima, fertilidad entre otros van a ser determinantes en su producción final.

En la región San Martín la siembra de olerizas está caminando a paso lento pero con grandes proyecciones a ser una actividad que puede tener mayor cobertura y darse como una nueva opción para el agricultor para encontrar rentabilidad.

La cebolla china, igualmente que otras hortalizas, tienen una cadena importante de comercialización hasta el consumidor, indudablemente que para ello debe presentar ciertos requisitos de calidad, para que éstas sean vendidas más rápidamente. Tomando en cuenta las cadenas agro productivas, la cebolla china se comercializa al por mayor en el mercado y tiendas de San Martín.

Además hoy en día con la producción de cultivos orgánicos esto viene siendo una alternativa que beneficia tanto a productores como a consumidores; los primeros se ven beneficiados porque en sus predios se reduce considerablemente la contaminación del suelo, del agua y del aire, lo que alarga considerablemente la vida económica de los mismos y la rentabilidad de la propiedad, los consumidores por su parte se ven beneficiados con la seguridad de consumir un producto 100% natural, libre de químicos, saludables y de alto valor nutritivo.

EM-1 (Microorganismos Eficaces) es un producto a base de bacterias ácido lácticas, fototróficas y levaduras. El principio fundamental de esta tecnología fue la introducción de un grupo de microorganismos benéficos para mejorar las condiciones del suelo, suprimir putrefacción (incluyendo enfermedades) y microbios y mejorar la eficacia del uso de la materia orgánica por las plantas. Investigaciones muestran que la inoculación de cultivos de EM al ecosistema del suelo/planta mejora la calidad y salud del suelo, así como el crecimiento, producción y calidad de los productos.

La presente investigación se realiza con la finalidad de evaluar el efecto de los microorganismos benéficos con la aplicación de cuatro dosis diferentes, así mismo como influye el producto en el crecimiento de la planta, el presente trabajo de investigación, fue conducido en el fundo “El Pacifico” de propiedad del Ing. Jorge Luís Peláez Rivera, distrito de Lamas, en cultivo de cebolla china (*Allium fistulosum*).

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de la aplicación de cuatro dosis de los microorganismos benéficos en el cultivo de Cebolla china (*Allium fistulosum*) (var. roja chiclayana), bajo condiciones agroclimáticas del valle de Lamas.

2.2. Específicos

- Determinar la dosis óptima de los microorganismos benéficos que presenta mejores resultados en el rendimiento de Cebolla china (*Allium fistulosum*), en condiciones agroclimáticas en el valle de Lamas.
- Realizar el análisis económico de los mejores tratamientos en estudio.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Cebolla China

3.1.1 Origen de la cebolla china

Maroto (1986), menciona que la cebolla china (*Allium fistulosum* L.) es una especie oriunda de Asia cultivada en china desde tiempos muy remotos.

Pérez (1979), menciona que la cebolla china, en estado vegetativo puede ser confundida con *Allium cepa* L. esta ha sido la cebolla del huerto chino principal desde tiempos prehistóricos y que luego fue difundida a Japón y a todos lados de Asia oriental.

El origen primario de la cebolla se localiza en Asia central, y como centro secundario el Mediterráneo, pues se trata de una de las hortalizas de consumo más antigua.

Las primeras referencias se remontan hacia 3.200 a.c. pues fue muy cultivada por los egipcios, griegos y romanos. Durante la Edad Media su cultivo se desarrolló en los países mediterráneos, donde se seleccionaron las variedades de bulbo grande, que dieron origen a las variedades modernas.

3.1.2 Clasificación botánica

Mostacero (1993), clasifica a la cebolla china de la siguiente manera:

Reino	:	Plantae
Clase	:	Monocotyledoneae
Orden	:	Liliflorae-Liliales
Familia	:	Liliaceae
Género	:	Allium
Especie	:	Fistolosum L.
Nombre Científico	:	<i>Allium fistolosum</i> L.
Nombre Común	:	Cebolla China
Variedad	:	Roja chiclayana

3.1.3 Características morfológicas

Espasa (1979), indica que la cebolla china es una planta de un bulbo, hojas numerosas, fistulosas de 25 a 30 cm. de longitud, escapo fistuloso con umbela gruesa y espata de 2 brácteas, cortas flores blancas, con los estambres algo salientes y sencillos. Vía semilla botánica, se cultiva en 3 meses y vegetativamente en 45 a 60 días.

Cáceres (1985), nos menciona que la cebolla china (*Allium fistolosum*) no forma bulbos propiamente y tiene hojas cilíndricas.

Pérez (1979), nos describe que la cebolla china es llamada también cebolla de hoja japonesa. Es una planta herbácea, hortícola cultivada por sus hojas con fines comerciales y culinarios. Hoja de forma cónica, la parte interior vacío, su base alcanza de diámetro promedio un centímetro para luego ir disminuyendo hacia el ápice, el color de la hoja al trasplante cuando están tiernas es verde claro y a la cosecha verde oscuro, desprendiendo un olor característico, son plantas cuyas hojas son bien delicadas y se marchitan al sufrir algún incidente.

Su altura bajo condiciones normales alcanza en promedio 30 cm. su propagación se realiza por medio de matas (entiéndase por matas al denso follaje que poseen algunas plantas). Su periodo vegetativo es de 45 días, etapa en la que se cosechan los primeros macollos de una planta, dejando uno de ellos para que cumpla su ciclo vegetativo, el bulbo de esta planta es usado como semilla, muchos horticultores lo cosechan mensualmente.

Sarli (1980), describe a la cebolla china como una planta herbácea con olor característico debido a la presencia de sulfuro de alilo, hojas sentadas, gruesas, carnosas superpuestas, planas o fistulosas, tallo breve, bulbo poco ensanchable, ovoides, blanquecinos o rosados; a veces con solo un ligero ensanchamiento de la parte inferior de la planta. Esta planta florece y fructifica, bien se multiplica por semillas o por división de plantas (gemación).

Jones (1963), menciona que la cebolla china se parece a la cebolla común pero difiere en que adolece o no tiene bulbos bien desarrollados y en tener hojas casi perfectamente cilíndricas a diferencia de las cebollas comunes que son achatadas en la superficie superior.

Planta: bienal, a veces vivaz de tallo reducido a una plataforma que da lugar por debajo a numerosas raíces y encima a hojas, cuya base carnosa e hinchada constituye el bulbo.

Bulbo: está formado por numerosas capas gruesas y carnosas al interior, que realizan las funciones de reserva de sustancias nutritivas necesarias para la alimentación de los brotes y están recubiertas de membranas secas, delgadas y transparentes, que son base de las hojas. La sección longitudinal muestra un eje caulinar llamado corma, siendo cónico y provisto de raíces fasciculadas en la base.

Sistema radicular: es fasciculado, corto y poco ramificado; siendo las raíces blancas, espesas y simples.

Tallo: el tallo que sostiene la inflorescencia es derecho, de 80 a 150 cm de altura, hueco, con inflamamiento ventrudo en su mitad inferior.

Hojas: envainadoras, alargadas, fistulosas y puntiagudas en su parte libre.

Flores: hermafroditas, pequeñas, verdosas, blancas o violáceas, que se agrupan en umbelas.

Fruto: es una cápsula con tres caras, de ángulos redondeados, que contienen las semillas, las cuales son de color negro, angulosas, aplastadas y de superficie rugosa.

3.1.4 Fenología del cultivo

Camasca (1994), menciona cuatro fases bien marcadas del cultivo:

Crecimiento herbáceo.

Comienza con la germinación, formándose un tallo muy corto, donde se insertan las raíces y en el que se localiza un meristemo que da lugar a las hojas. Durante esta fase tiene lugar el desarrollo radicular y foliar.

Formación de bulbos.

Se inicia con la paralización del sistema vegetativo aéreo y la movilización y acumulación de las sustancias de reserva en la base de las hojas interiores, que a su vez se engrosan y dan lugar al bulbo. Durante este periodo tiene lugar la hidrólisis de los prótidos; así como la síntesis de glucosa y fructosa que se acumulan en el bulbo. Se requiere foto periodos largos, y si la temperatura durante este proceso se eleva, esta fase se acorta.

Reposo vegetativo.

La planta detiene su desarrollo y el bulbo maduro se encuentra en latencia.

Reproducción sexual.

Se suele producir en el segundo año de cultivo. El meristemo apical del disco desarrolla, gracias a las sustancias de reserva acumuladas, un tallo floral, localizándose en su parte terminal una inflorescencia en umbela.

3.1.5 Requerimientos edafo-climáticos

a. Requerimientos edáficos

Este cultivo se adapta a suelos francos, francos limosos, francos arcillosos (no más de 30% de arcilla), franco arenoso, arcillo arenosos y orgánicos; y lo importante es que tengan buen drenaje y ausencia de piedras. Los suelos pesados (arcillosos) son difíciles de trabajar porque requieren un manejo especial de la humedad, por lo tanto es recomendable evitarlos.

Los suelos que presentan buena textura, fértiles y bien drenados ofrecen condiciones ideales para el cultivo. Prefiere el pH cercano al neutro y no tolera los suelos salinos. El pH más conveniente es entre 6.0 y 7.0. la salinidad no debe superar 1.2 mmhos/cm, ya que a ese nivel se inicia un efecto negativo sobre el rendimiento con una conductividad eléctrica de 2 milimohs (mmho) puede ocurrir ya una reducción de la cosecha en un 10% lo cual puede ser más severo en condiciones de alta temperatura.

El nivel de materia orgánica es importante en la productividad del suelo. Un porcentaje mínimo de un 3% es deseable para obtener altos rendimientos. Para mejorar esta condición se debe incorporar materia orgánica como ser abonos verdes, casulla de arroz, e incorporación de rastrojos en general. El uso de estiércoles no es recomendado porque aumenta la turgencia de la cebolla (debido a su alto contenido de azufre), y la incidencia de la enfermedad llamada raíz rosada. Por otra parte suelos muy orgánicos producen cebollas con menos aptitud para el almacenamiento (aspecto importante de este cultivo).

b. Requerimientos de clima

❖ Temperatura.

La cebolla es un cultivo que normalmente se ha desarrollado en climas fríos, pero hoy en día existen variedades genéticamente mejoradas para crecer en un amplio rango de temperaturas, inclusive, en El Salvador, ya se han hecho siembras a nivel del mar en los meses más frescos del año (octubre, noviembre), obteniéndose rendimientos muy satisfactorios.

Sin embargo los rangos de temperaturas donde mejor crece están entre los 12.8° C (55° F) y 24° C (75° F). El mejor crecimiento y calidad se obtienen si la temperatura es fresca durante el desarrollo vegetativo (desde la germinación hasta el inicio de formación de bulbos) prefiriéndose que en tal etapa las temperaturas no superen los 24° C. Posteriormente, éstas deben ser más altas para favorecer el crecimiento y desarrollo del bulbo; aunque, si se va a comercializar la cebolla con tallo verde y bulbo no muy desarrollado, este factor no tiene mucha importancia.

Las cebollas dulces necesitan noches frescas con temperaturas de 10-15-6° C (50-60° F) y días calientes con temperaturas de más de 26.7° C (80° F), para poder alcanzar altos niveles de azúcares en el bulbo.

Altas temperaturas pueden producir también otros efectos indeseables como: mayor tendencia a producir bulbos divididos o dobles, formación precoz de los bulbos (por lo tanto se reducen los rendimientos y tamaño de los bulbos),

formación de bulbos alargados, aumento en la turgencia (pérdida de la dulzura y aumento volátil de sabor).

En altitudes mayores (arriba de los 1600 m.s.n.m.) en donde ocurren temperaturas en el rango de 4.4 – 7.2 ° C (40-45° F), se puede inducir la formación de tallo floral si las cebollas ya han pasado el estado juvenil. La cebolla permanece en el estado juvenil hasta que la planta alcanza un diámetro de más de ¼ pulgada. La formación de flores hace que la cebolla no se pueda comercializar porque el bulbo es atravesado por el centro por un tallo duro y fibroso.

❖ **Luz (Fotoperiodo)**

La formación de bulbos es iniciada por períodos de luz prolongadas (día largo). Cuanto más largo es el día más pronto se iniciará la formación del bulbo y el crecimiento de las hojas decrecerá. Por lo tanto las variedades se clasifican de acuerdo a su fotoperiodo. Las variedades de día largo requieren de días con más de 14 a 16 horas de luz para iniciar la formación de bulbos. Las cebollas de día intermedio requieren alrededor de 14 horas luz para iniciar la formación de bulbos y las variedades de día corto requieren entre 11-13 horas.

❖ **Humedad Relativa**

La humedad relativa tiene una fuerte influencia en la incidencia de enfermedades fungosas en la cebolla. Las zonas áridas (secas) con un verano bien marcado con varios meses libres de lluvia son ideales para la

producción de cebolla si reúnen las demás condiciones necesarias para el cultivo. Días calientes y secos son favorables para una buena maduración y curado natural de la cebolla en el campo. La condensación de la humedad relativa (niebla o neblina) durante las horas frías del día es desfavorable porque favorece al desarrollo de enfermedades foliares.

3.1.6. Manejo del cultivo

La cebolla china se siembra a 10 x 20 cm, alcanzando un total 500 000 plantas/ha, en la cual no se nota el efecto de competencia por agua, nutrimentos, espacio y luz (Walker, 1952).

Los estudios realizados, recomiendan la siembra de cebolla china a 10 x 15 cm, para alcanzar un total de 666.666 plantas/Ha y un rendimiento de 16 4000 kg/Ha (Valdez, 1999).

a. Preparación del suelo.

Camasca (1994), considera que se debe pensar que en el cultivo de hortalizas un factor muy importante es la conveniente y eficiente preparación del suelo. La preparación del suelo son aquellas operaciones que consisten en labrar, voltear y mullir el suelo para una mejor conducción y producción de las hortalizas. Esto, porque al labrar y mullir el suelo, estamos mejorando su conducción física, factor importante para las hortalizas. Asimismo al mullir y nivelar damos al terreno una pendiente y superficie adecuada con la finalidad de facilitar el

riego y evitar la erosión y/o encharcamiento por efecto de las aguas de riego y lluvias.

La preparación del suelo en las hortalizas difiere según el tipo de siembra, directa o para trasplantar plantas criadas en almácigos, invernaderos o en tinglados.

Preparación de suelo para sembrío directo:

En la preparación del terreno para el sembrío directo, ya sea empleando el tractor, yuntas de tracción animal o simplemente la tracción humana, que son prácticos, muy útiles; hay que tener en cuenta dos factores muy importantes.

El primero de estos factores es el mullimiento, es decir que el suelo debe quedar absolutamente libre de terrones, lo mas mullido y parejo posible; para lograr esto es necesario una preparación del suelo que comprenda una o dos rejas cruzadas, de acuerdo con el tipo de suelo, en sueltos bastaría una reja, en suelos fuertes seguramente se ha de necesitar otra reja cruzada; cada reja será seguida de su correspondiente despaje y el paso de un rodillo desterronador para lograr un mullimiento uniforme que requieren las semillas pequeñas de hortalizas para su germinación fácil, rápida y uniforme, bajo humedad adecuada.

El siguiente factor que hay que tener en cuenta siempre presente es la nivelación, es decir que el terreno debe estar perfectamente nivelado. La nivelación que requieren las hortalizas es muy parecida a la que se requiere

para el cultivo de arroz, es decir lo más perfecta posible. Lógicamente en algunos casos se puede obviar esta nivelación con un buen sistema de riego, más eficiente, tal como sería el riego por aspersión, pero en todo caso cualquier defecto en la nivelación del terreno ha de ser más costoso el cultivo y seguramente los rendimientos van a ser más bajos.

Si la nivelación no es bien hecha ha de haber también una falta de humedad en algunos casos y excesos en otros, lo que causa un crecimiento y desarrollo irregular de las plantas hortícolas.

Preparación del suelo para trasplante:

Si bien la preparación del suelo para sembrío directo ha sido muy meticuloso, para el sembrío directo o trasplante de plantas relativamente grandes tales como el tomate, la cebolla, el col, la berenjena, etc., se requiere en algunos casos una nivelación menos cuidadosa, siempre debe tenerse cuidado en lograr la mejor nivelación, en estos casos de plantas grandes puede haber menores exigencias en cuanto se refiere al mullimiento puesto que ya no es necesario tener el suelo completamente mullido sino lograr que permita el paso del agua sin ninguna dificultad. En este caso se debe hacer pasar el agua por surcos dos o tres días antes de la siembra, de manera que los terrones se desagreguen y se sientan, adquiriendo el aspecto de mullido y permita hacer el trasplante e inclusive la siembra de semillas y tapado sin ningún obstáculo.

b. Aplicación de enmiendas y abonos orgánicos.

❖ Aplicación de enmiendas

En algunos casos, para poder cultivar hortalizas es necesario corregir previamente algunos defectos del suelo como por ejemplo suelos muy ácidos o muy alcalinos.

Si bien las hortalizas prefieren suelos ligeramente ácidos, un pH menor de 5 le es perjudicial. Suelos de estos tipos no se encuentran en la costa ni en la sierra, pero son bastante frecuentes en la selva. Para corregir el exceso de acidez lo mejor es encalar con el fin de subir el pH mejorando así las condiciones físicas del suelo.

La corrección de la acidez varia con el tipo de suelo, y así por ejemplo para subir un grado de pH se necesita 250 kg de cal por ha., en suelos arenosos; 1000 kg. de cal si los suelos son areno arcillosos y 1500 kg. de cal si los suelos son franco arcillosos.

❖ Abonos orgánicos

En suelos ricos en materia orgánica sin duda alguna se obtienen los mayores rendimientos de cosecha en el cultivo de hortalizas.

El abono orgánico además de aportar macronutrientes y algunos micronutrientes para el crecimiento vigoroso y saludable de las plantas contribuye en una buena labranza del suelo y capacidad para absorber el agua de lluvia o de riego.

Estas condiciones se consiguen al proporcionar humus, que aumenta la capacidad de retención de los suelos arenosos, mejora la estructura, la labranza, el drenaje de los suelos arcillosos. En las temporadas de sequía, estas propiedades pueden ser las que determinen todas las diferencias entre los cultivos buenos y pobres, por cuanto las plantas jóvenes dependen de la materia orgánica para proporcionar un uniforme y continuo abastecimiento de humedad.

En una temporada húmeda, el humus ayuda a conservar abierta la textura de los suelos pesados y a mantener una buena estructura para el drenaje satisfactorio.

También contribuye a reducir las posibilidades de inundación superficial. La aplicación de abonos orgánicos durante un largo periodo de años, ayudara a abastecer de materia orgánica para estos propósitos, pero no debe esperarse que el efecto sea muy rápido. Si el porcentaje de aplicación especialmente de estiércol, en un sistema de rotación normal fuera de 5 a 10 toneladas por hectárea y por año, el aumento de materia orgánica a la profundidad de arado seria solamente del 0.2 por ciento.

Como fuentes de abono orgánico se consideran: el estiércol descompuesto y el estiércol fresco, el compost, el abono verde, que son adicionados al suelo como fuentes de materia orgánica, indispensables para las hortalizas.

Estiércol descompuesto y estiércol fresco:

Desde tiempos inmemoriales se viene utilizando el estiércol en el cultivo de las hortalizas, a pesar del gran adelanto que en los últimos años ha tenido el uso de abonos químicos, todavía se considera que el estiércol o guano de corral juntamente con la cal ha sido considerado por los horticultores y científicos como soluciones prácticas a los problemas estructurales del suelo, ejerciendo una favorable influencia en la granulación y aireación del suelo. Su acción, sin embargo, no es permanente y con la excepción de aplicaciones muy pesadas la respuesta de los cultivos al estiércol o guano de corral se atribuye, fundamentalmente, a los nutrientes que el contiene.

El estiércol descompuesto, siempre que se pueda, debe aplicarse. Este estiércol ha estado varias semanas o meses en un corral de animales o en un estercolero especialmente construido, desde luego ya está seco y ya no va a fermentar. Las ventajas que tiene el estiércol descompuesto son las siguientes:

- Es más uniforme, es más fácil de manipular, puede inclusive encontrarse estercoladores mecánicos jalados con tractor, que los distribuye uniformemente en el terreno.
- No causa quemaduras en plantas tiernas, puesto que ya no hay fermentación al agregársele agua.
- La semilla de malas hierbas no destruidas durante la fermentación que siempre tiene lugar en el estercolado o en la cama de los establos, quiere

decir que el estiércol descompuesto ya no es un vehículo de malas hierbas como en el estiércol fresco.

- No causa pérdidas de nitrógeno puesto que no hay esa gran actividad microbiana como en el caso del estiércol fresco y desde luego no hay interferencia con el movimiento del agua del suelo, ya que es una materia que fácilmente se incorpora al suelo con cualquiera de los implementos de actual uso.

c.Siembra.

La siembra se realiza en forma directa con el distanciamiento de 20cm entre surcos o hileras y 10 cm. entre bulbos a una profundidad de 0,5cm. Se debe cubrirlos bulbos con suelo bien mullido.

d. Riego.

Frecuencia e intensidad de los riegos:

La determinación de la frecuencia e intensidad de riego en el cultivo hortícola depende fundamentalmente de factores propios del área sembrada, tales como las características físicas del suelo, el clima, etc.

No es posible enseñar cómo o cuanto regar. El buen éxito de los cultivos hortícolas depende en gran parte del buen manejo del agua teniendo en consideración ciertos principios generales que le pueden servir como guía. Los factores que hay que tener en cuenta al momento de determinar la frecuencia e intensidad de los riegos son los siguientes:

Tipo de cultivo:

Algunas hortalizas necesitan riegos más frecuentes que otras. Por ejemplo, la lechuga debe regarse semanalmente o dos veces por semana, por otro lado la sandía necesita riego cada dos o tres semanas.

Tipo de suelos:

Los suelos arenosos o sueltos necesitan riegos más frecuentes que los suelos arcillosos o fuertes, porque retienen mucho menos agua. La capacidad de retener el agua en el suelo puede mejorarse enormemente con aplicaciones masivas de materia orgánica.

Clima:

El clima influye enormemente en la frecuencia e intensidad de los riegos. Mientras más caluroso sea el clima los riegos deben ser más frecuentes. En climas fríos con alta humedad atmosférica los riegos pueden distanciarse considerablemente.

Pendiente del terreno y dirección de los surcos:

En los cultivos hortícolas hay que tener especial cuidado en utilizar bien el agua, de manera tal que todas las plantas reciban la misma cantidad de agua con el fin de tener un crecimiento uniforme. Por esto es necesario que los surcos tengan la misma pendiente. Debe asimismo evitarse surcos muy largos, en los cuales es muy difícil dar un riego muy uniforme.

Condiciones del agua de riego:

- Poseer una temperatura aproximadamente igual al del medio ambiente.
- No debe contener sustancias tóxicas en solución, ni sales en disolución.

e. Control de malezas

Se realiza mediante control mecánico a través de deshierbas manuales con ayuda de escardas.

f. Control de Plagas y enfermedades:

Plagas: Trips (*Tripstabaci*), nematodo del bulbo (*Dytilenchusdipsaci*).

Control: Incorporación de materia orgánica, fertilización adecuada a la facipermetrina, benfuracab, clorpirifos, dimetoato, permetrina.

Enfermedades: Mildiu (*Peronospora destructor*), Pudrición blanca (*Sclerotiumcepivorum*), Pudrición de cuello (*Botrytisallii*), Raíz rosada (*Pyrenochaetaterrestris*), Mancha púrpura (*Alternariaporri*), Punta quemada (*Stemphylliumbotryosum*).

Control: Benomil, Vinclozolin, Captan, Cloratoloni, Ipradione, Mancozeb, Metiram, Propineb, Tebuconazole, Tiofanatemetil.

g. Cosecha.

Hortus, (1993) menciona que la cosecha se realiza cuando la variedad alcanza su madurez de mercado, altura promedio de 0.30m, color verde intenso, diámetro de bulbo de 0.01m y se realiza en forma manual.

3.1.7 Valor nutricional de la cebolla china

Tabla 1: Valor nutricional

Agua	88,7%
Energía calórica	39
Proteína	2,3g
Grasa	0,4g
Carbohidratos	7,5g
Ca	141mg
P	61mg
Fe	1,1mg
Vitamina A	0,02mg
Vitamina B2	0,01mg
Vitamina C	10,5mg

Fuente: (Camasca, 1994).

3.1.8 rendimiento

Granda (2001), menciona que en san Martín obtuvo un rendimiento de 14 937,50 Kg/ha, realizando aplicaciones de fentinacetato de 1 g/l.

3.1.9 Principales plagas y enfermedades

a. Plagas (Rogg, 2001).

❖ **Trips de la cebolla (*Thrips tabaci*)**

Estos son pequeños insectos difíciles de observar a simple vista, viven en la base de las hojas, y evitan la luz del sol, los adultos y las ninfas no miden más de 1 mm de largo. Los adultos pueden vivir hasta 4 meses. Los huevos son depositados en el envés de las hojas, en grupos de 50 – 100 y cubiertos con una secreción. Las ninfas no tienen alas. Se alimentan punzando las células e ingiriendo la savia causando laceraciones en la superficie de las hojas.

Al principio las hojas presentan una apariencia plateada y hundida causada por el raspado y posterior desecamiento de las zonas afectadas, resultando en un debilitamiento de la planta y retraso en el crecimiento, y una reducción en los rendimientos y tamaño del bulbo. También el nivel de azúcares del bulbo es reducido.

La infestación de trips es más abundante en la época seca, tiene un amplio rango de hospederos, junto con la facilidad con que los insectos son dispersados por el viento y la rapidez con que se desarrollan, hacen que esta plaga sea de difícil pronóstico cuyo control puede presentar dificultades.

❖ **Gusanos cortadores(*Spodoptera ssp*)**

Las hembras adultas ponen sus huevos en forma masal de 50 – 150 sobre las hojas. Las larvas eclosionadas barrenan hacia el interior de las hojas de la cebolla y se alimentan de ellas, dejando la epidermis externa casi intacta.

Las hojas dañadas se tornan blanquecinas, se arrugan y se secan. También los bulbos en las capas superiores pueden ser atacados por las larvas.

Las larvas evolucionan por 5-6 estados y miden hasta 35 mm de largo cuando están maduras. El primer estado larval se alimenta gregariamente. Los estados posteriores se pueden encontrar alimentándose solitarios, en grupos o en agregados extensos. Bajo esta última condición ocurre una seria defoliación y las larvas pueden emigrar en grandes números hacia nuevos campos de alimentación. La formación de la pupa tiene lugar en el suelo o en hojas de cebollas dañadas.

❖ **Lepidópteros (*Spodoptera*, *Noctuidae*, etc.)**

Son varias las especies de lepidópteros que atacan el follaje y bulbo de la cebolla. Uno de los problemas serios con las larvas de lepidóptero en la cebolla, es que si no se controla en el primer instar, ellos se introducen dentro de la hoja de la cebolla donde el control es sumamente complicado. Por esta razón debemos realizar el monitoreo de esta plaga durante el huevo y primer instar.

b. Enfermedades (Rogg, 2001).

❖ Mildiu algodonoso o lanoso (*Peronospora destructor*)

Este hongo existe en todas las regiones en donde las cebollas se cultivan bajo condiciones frías y húmedas. Puede infectar la cebolla, ajo cebollín, chalot y la cebolla multiplicadora.

Esta enfermedad ocurre solamente cuando el tiempo está relativamente frío de 4-25° C (39-77° F) y existe humedad relativa alta, la temperatura óptima es de 13° C (55° F). Días moderados arriba de 23-24° C (73-75° F) favorecen al desarrollo de la enfermedad. Una humedad de 95% de las 2 a.m. hasta las 6:00 a.m. se requiere para el desarrollo de la enfermedad. Durante este período la lluvia previene la producción de esporas y así el desarrollo de la enfermedad. Las esporas se maduran temprano en la mañana y se diseminan durante el día. Las esporas pueden vivir aproximadamente 4 días. Rocío fuerte durante la noche y temprano en la mañana favorece el desarrollo de la enfermedad.

El mildiu se caracteriza por un verde claro, de un color amarillento a café y lesiones de figura irregular (de ovalada a cilíndrica). Cuando la humedad relativa es alta, la esporulación que causa este hongo es grisáceo a violeta con pelusa en la masa de las esporas (esta apariencia es la que le da el nombre de algodonoso). El área arriba de la lesión se hunde por el enrollamiento de la hoja por el hongo. La hoja muerta esta ya colonizada por

la alternaría obscureciendo la lesión de mildiu. El mildiu algodonoso rara vez mata la planta pero si reducirá el rendimiento.

❖ **Tizón de la cebolla (*Botrytis sp*)**

El tizón causado por cualquier especie de *Botrytis* es una enfermedad muy interesante. Pues aunque el hongo no puede penetrar directamente el tejido de las plantas robustas puede ser ayudado por factores que debilitan a la planta como insectos, mal nutrición, etc. en unos pocos días las plantas se cubren de numerosas lesiones blancuzcas. Todo el follaje de un campo puede ser destruido, cambiar a color café y caerse en un período de una semana.

❖ **Mancha púrpura (*Alternaria porri*)**

La mancha púrpura causada por *Alternaria porri* ocurre en varios países y ataca el chalot, cebolla, cebollín y ajo. Afecta las hojas, bulbos, tallos florales, y las semillas producidas artesanalmente.

Las esporas germinan y penetran la cutícula directamente. Los síntomas son visibles a los 4 días después. El hongo sobrevive en los residuos de la cosecha. El hongo necesita la presencia de lluvia o rocío para esporular e infectar. Crece desde los 6.1 – 33.9° C (43-93° F) pero la óptima temperatura es de 25-27 ° C (77-81° F) casi no causa infección debajo de 12.8° C (55° F).

Las lesiones al principio son pequeñas, hundidas, en cuyo centro aparecen manchas oscuras que se agrandan tomando un color púrpura y separadas del tejido sano por una zona clara. En clima húmedo la superficie de la lesión se

cubre con las esporas del hongo que le dan una coloración café o negra. En 2-3 semanas estas manchas rodean hojas y tallos.

En los bulbos la infección aparece cuando se aproxima la madurez, manifestándose como una pudrición acuosa iniciada en el cuello la cual penetra hasta el centro del bulbo a través de su sistema foliar.

❖ **Marchitez y pudrición de raíz (*Fusarium sp.*)**

La mayoría de estas enfermedades, son difíciles de identificar cuando vemos el problema, por lo cual se vuelven difícil de controlar. La mayoría de ellas nos afectan por falta de un buen Manejo Integrado de Cultivo (MIC), ya que cuando la planta está en estrés, se vuelve más susceptible a estos problemas o cuando tenemos daño de insectos de suelo o nematodos.

❖ **Pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum*)**

La enfermedad es causada por *sclerotium cepivorum*, un hongo del suelo. Las plantas infectadas muestran amarillamiento, quemado de las puntas de las hojas y marchitamiento, especialmente de las hojas viejas. El hongo penetra y crece a través de las raíces y eventualmente entra a la base del bulbo en donde causa una descomposición semi acuosa de las brácteas del bulbo. También se puede ver crecer el hongo de color blanquecino. La presencia de pelotitas negras de 0.2 – 0.5 mm llamadas esclerocio, que sirve para diagnosticar la enfermedad. El hongo es favorecido por temperaturas frescas

del suelo de 10-20° C (50-68° F). La enfermedad se inhibe arriba de 25° C (77° F).

3.1.10 Investigación realizada en la variedad roja chiclayana

Varas, P. (2012), afirma que en el resultado de sus evaluaciones precisaron que los tratamientos a los cuales se le aplicó ácidos húmicos y fúlvicos de Leonardita con macro y micro elementos – líquido (T3 y T4) arrojaron mayores promedios de rendimiento en kg.ha¹, peso de planta, diámetro medio del bulbo, número de bulbos por planta y altura de planta en comparación con aquellos tratamientos a los que se les aplicó ácidos húmicos de Leonardita granulado (T1 y T2).

Las dosis de ácidos húmicos granulado de Leonardita y ácidos húmicos y fúlvicos con macro y micro elementos- líquido no han influenciado en el porcentaje de emergencia de los tratamientos en el cultivo de la cebolla china.

El tratamiento T3 (Aplicación de 50. Lt/ha ac. Húmicos, fúlvicos con macro y micro elementos - líquido) obtuvo el mayor índice de la relación Costo/Beneficio con 1.05, lo que significó que los ingresos netos obtenidos fueron superiores a los egresos netos y en consecuencia es el único tratamiento que ha generado una rentabilidad económica de 4.85%.

3.2 Microorganismos Eficaces (EM)

3.2.1 Definición de EM

APROLAB (2007), conceptualiza que EM, es una abreviación de Effective Microorganismos (Microorganismos Eficaces), EM es una combinación de varios microorganismos benéficos. La tecnología EM, fue desarrollada por Teruo Higa, profesor de horticultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón. A comienzos de los años sesenta, el profesor Higa comenzó la búsqueda de una alternativa que reemplazara los fertilizantes y pesticidas sintéticos, popularizados después de la segunda guerra mundial para la producción de alimentos en el mundo entero. Inicialmente el EM fue utilizado como un acondicionador de suelos. Hoy en día EM es usado no solo para producir alimentos de altísima calidad, libres de agroquímicos, sino también para el manejo de desechos sólidos y líquidos generados por la producción agropecuaria, la industria de procesamiento de alimentos, fábricas de papel, mataderos y municipalidades entre otros. El EM es usado en los 5 continentes, cubre más de 120 países.

3.2.2 Historia

Según Biotecnología de microorganismos eficientes 2008. El Profesor Teruo Higa de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus es el padre de la tecnología de Microorganismos Eficaces (EM). El Profesor Higa empezó a estudiar los microorganismos a raíz de un envenenamiento que tuvo con productos químicos agrícolas. Para su investigación, recogió 2000 especies de microorganismos. El trabajo tomó enormes cantidades de tiempo,

excluyendo microorganismos dañinos u olorosos, logró encontrar 80 microorganismos eficaces beneficiosos a los seres humanos. En el curso de su investigación, el profesor dispuso de una mezcla de microorganismos cerca de algunos arbustos. Encontró allí más adelante, crecimiento vegetal abundante. Inspirado por el feliz accidente, Higa empezó a investigar las mejores combinaciones hasta que en 1982 hizo la presentación formal del EM, como comenzado su investigación.

Los productos que contienen el EM no plantean ningún peligro al medio ambiente, ni a los seres humanos y a la vida salvaje que son una parte de él. Estos microbios benéficos analizan y consumen las sustancias que causan la putrefacción, malos olores y enfermedades, eliminando la mayoría de microbios patógenos por medio de la exclusión competitiva.

3.2.3 Importancia de los Microorganismos Eficaces

APROLAB (2007), menciona que existen microorganismos en el aire, en el suelo, en nuestros intestinos, en los alimentos que consumimos, en el agua que bebemos. Las condiciones actuales de contaminación y uso excesivo de sustancias químicas sintéticas han causado la proliferación de especies de microorganismos considerados degeneradores. Estos microorganismos a grandes rasgos, son causantes de enfermedades en plantas y animales y generan malos olores y gases nocivos al descomponer residuos orgánicos.

Los microorganismos eficientes, como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-

químicas, incrementando la producción de los cultivos y su protección; además conserva los recursos naturales, generando una agricultura sostenible.

El EM produce los antioxidantes

Los antioxidantes producidos por el EM, previenen al oxígeno de formar los radicales libres que están asociados a ciertas enfermedades en plantas, animales y seres humanos. En otras palabras, la supresión de antioxidantes, elimina o transforma las acciones nocivas del oxígeno activo.

3.2.4 La tecnología de microorganismos eficaces

El EM es una combinación de los varios microorganismos naturales benéficos usados para y encontrados en alimentos. Contiene organismos benéficos de tres géneros principales: bacterias fototróficas, bacterias del ácido láctico y levadura. Estos microorganismos eficaces secretan sustancias benéficas tales como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales y antioxidantes cuando entran en contacto con la materia orgánica.

El EM consiste en cultivos mixtos de microorganismos benéficos y naturales que coexisten en un medio líquido. Cuando se aplican inoculadores microbianos a la basura orgánica o se introducen en el medio ambiente, su efecto benéfico individual se multiplica en forma sinérgica. El cultivo contiene más de 80 diferentes microorganismos en total.

Kyan et al. (1999), Los microorganismos eficaces (EM) son inoculantes que tienen diversos usos en la agricultura, ganadería, agroindustria y en aplicaciones ambientales. Contiene especies seleccionadas de levaduras, bacterias ácidos lácticos, en menor cantidad bacterias fotosintéticas, hongos de fermentación y actinomicetos, estos microorganismos son compatibles entre sí y coexisten en un cultivo líquido.

3.2.5 Microorganismos presentes

a. Bacterias fototróficas

Son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, todos ellos promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas. Estos metabolitos son absorbidos directamente por ellas, y actúan también como sustrato para incrementar la población de otros microorganismos benéficos. Además aumentan la eficiencia fotosintética de las plantas.

Bacterias Fotosintéticas: *Rhodopseudomona splastrus*, *Rhodobacters paeroides*.

b. Bacterias ácido lácticas

Estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras.

El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de la materia orgánica. Así mismo, las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de materia orgánica como la lignina y celulosa, fermentando estos materiales sin causar influencias negativas en la descomposición del resto de la fracción orgánica.

Bacterias del ácido láctico: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactics*.

c. Levaduras

Estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división activa de las células y las raíces. Sus secreciones son sustratos útiles para microorganismos eficientes como bacterias ácido lácticas y hongos actinomycetos.

Levaduras: *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*

d. Actinomycetes

Los actinomicetos o actinobacterias son una categoría de bacterias Gram positivas. Tienen una estructura intermedia entre las bacterias y los hongos, y contienen varias de las formas más características de la vida en la Tierra. Generalmente, los actinomicetos están en la tierra y desempeñan una función ecológica esencial en la descomposición de la materia orgánica, reciclando las reservas de nutrientes en la tierra y creando el humus. A partir de los azúcares y aminoácidos que producen las bacterias fotosintéticas y la materia orgánica, los actinomicetos generan sustancias antimicrobianas que pueden eliminar hongos perjudiciales y microorganismos patógenos. Los actinomicetos y las bacterias fotosintéticas pueden coexistir, de modo que las dos especies juntas aumentan la actividad microbiana, regenerando la calidad de la tierra.

Streptomyces albus, *Streptomyces griseus*

e. Hongos de fermentación:

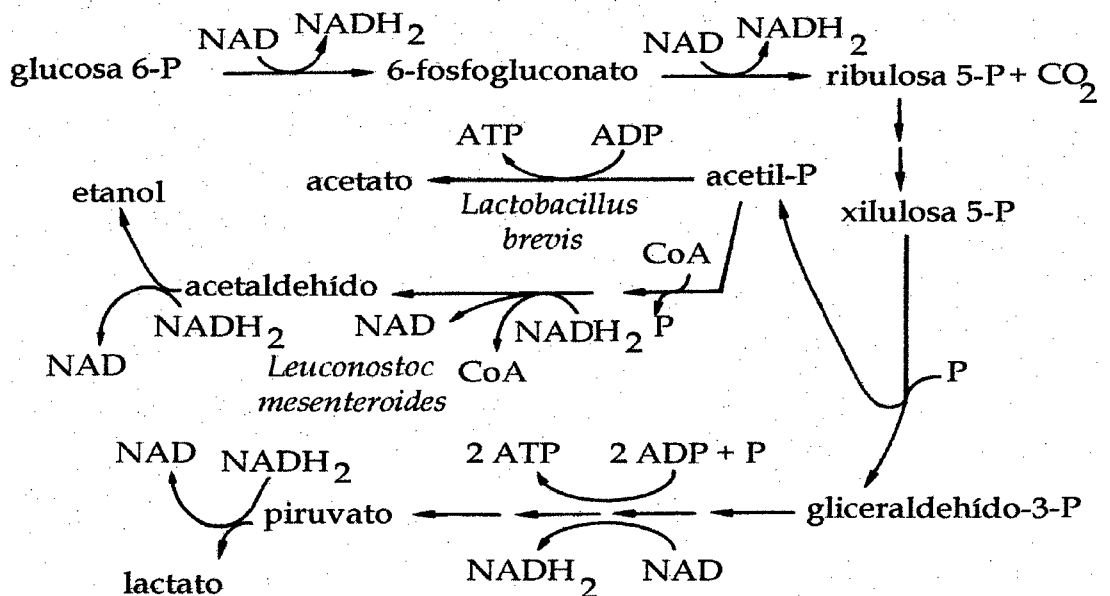
Los hongos de fermentación, como el *Aspergillus* y la *Penicilina*, son capaces de descomponer rápidamente la materia orgánica, produciendo esteres, alcohol y sustancias antimicrobianas. Este proceso genera la desodorización y evita la aparición de gusanos e insectos nocivos.

3.2.6 Transformaciones bioquímicas de algunos insumos sintetizados por los microorganismos eficientes.

a. Fermentación

Carrillo (2003), menciona que las rutas bioquímicas de la fermentación varían mucho. Por ejemplo, las levaduras pueden fermentar una molécula de un monosacárido de seis carbonos, como la glucosa o la fructosa, produciendo dos moléculas de etanol y dos de CO₂. Pero, para las bacterias, se pueden agrupar esas vías en dos tipos generales: homofermentativos (un producto principal) o heterofermentativos (dos o más productos). En las fermentaciones carrel ATP se produce por fosforilación a nivel de sustrato, pues se sintetiza durante el catabolismo de un compuesto y en pasos enzimáticos concretos, pero requiere que la fuente genere un intermediario de alta energía.

Figura 01: Fermentación heteroláctica



b. Síntesis de proteínas

Casi todos los organismos están capacitados para convertir el nitrógeno inorgánico en proteínas y ácidos nucleicos. El N puede asimilarse en forma de iones amonio y por algunas especies en forma de iones nitrato. Ningún moho ni levadura fijan nitrógeno gaseoso como lo hacen algunas bacterias, por ejemplo, *Azotobacter* que vive libre en el suelo y *Rhizobium* que crece como simbiote en los nódulos de las raíces de leguminosas. La mayoría de los microorganismos son capaces de sintetizar todos los aminoácidos requeridos para síntesis de proteínas. El grupo amino es introducido por aminación directa o por transaminación. La asimilación del nitrógeno molecular, así como la de nitrato y nitrito implica una reducción a amonio antes de su incorporación al compuesto orgánico. La figura 02 muestra las rutas más importantes de incorporación de nitrógeno para formar los aminoácidos y la 03 los caminos de síntesis de los aminoácidos.

Figura 02: Vías para la incorporación de nitrógeno

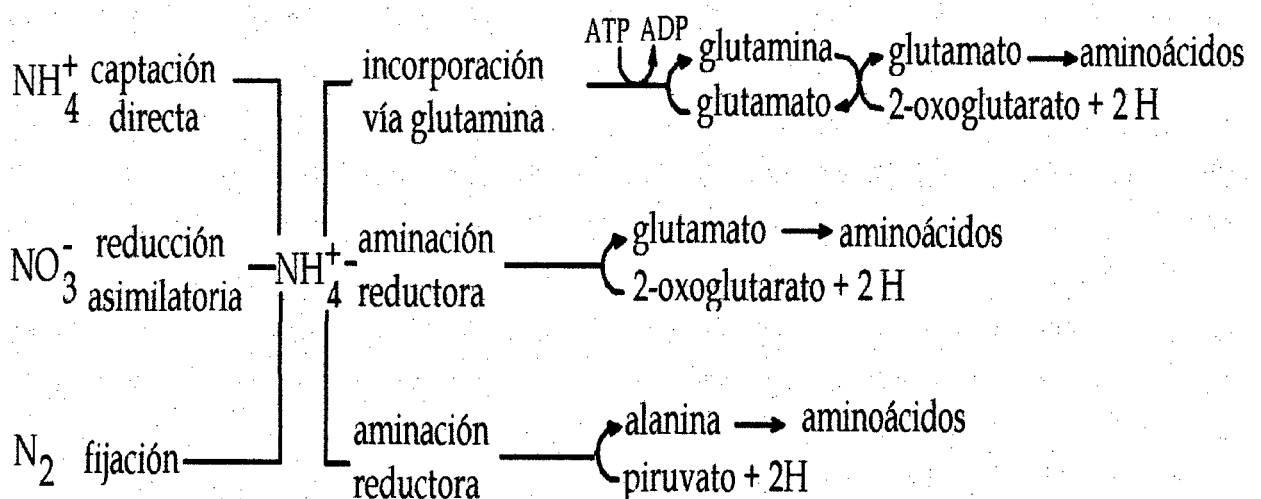
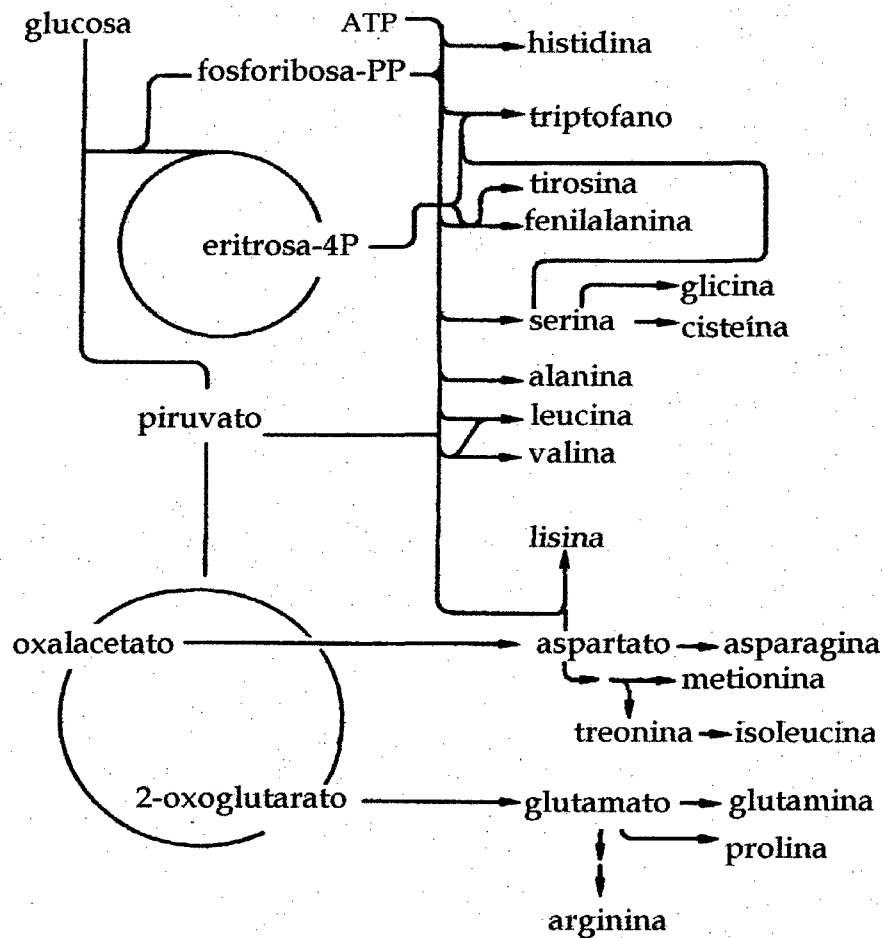


Figura 03: Vías de síntesis de los aminoácidos



c. Nitrificación

En el curso de la degradación de sustancias nitrogenadas se libera amonio. La conversión del amonio a nitrito es llevada a cabo por las bacterias nitrificantes del suelo: *Nitrosolobus*, *Nitrosomonas*, *Nitrosospira*. No hay bacterias que conviertan directamente el amonio en nitrato. El nitrito es oxidado a nitrato por las bacterias nitrificantes *Nitrobacter*. Ambos pasos constituyen la llamada nitrificación del suelo. Los iones amonio son oxidados rápidamente en los suelos bien aireados. La conversión de este catión al anión nitrito o nitrato, trae aparejado una acidificación del suelo con un

incremento en la solubilización de minerales (potasio, calcio, magnesio y fosfatos). Por tal motivo los microorganismos nitrificantes fueron vistos como un factor significativo de la fertilidad del suelo. El amonio es mejor retenido que el nitrato, especialmente por adsorción sobre arcillas y unión más o menos firme a los componentes del humus. El nitrato, por el contrario, es fácilmente eliminado por el agua.

El proceso de nitrificación ocurre entre pH 7 y 8, debido a que el amonio libre (en suelos alcalinos) y el ácido nitroso (en suelos ácidos) son tóxicos para *Nitrobacter*. Otras cualidades de las bacterias nitrificantes son su capacidad para oxidar metano, metanol, CO, etileno, propileno, ciclohexano, alcohol bencílico y fenol. En cultivo puro la bacteria heterotrófica *Arthrobacter* es capaz de formar nitrito a partir de sustancias nitrogenadas. También algunos hongos pueden oxidar el nitrógeno amínico o el amonio hasta nitrato. Esta nitrificación heterótrofa no está acoplada al crecimiento y producción de biomasa, y sólo es de importancia en suelos ácidos.

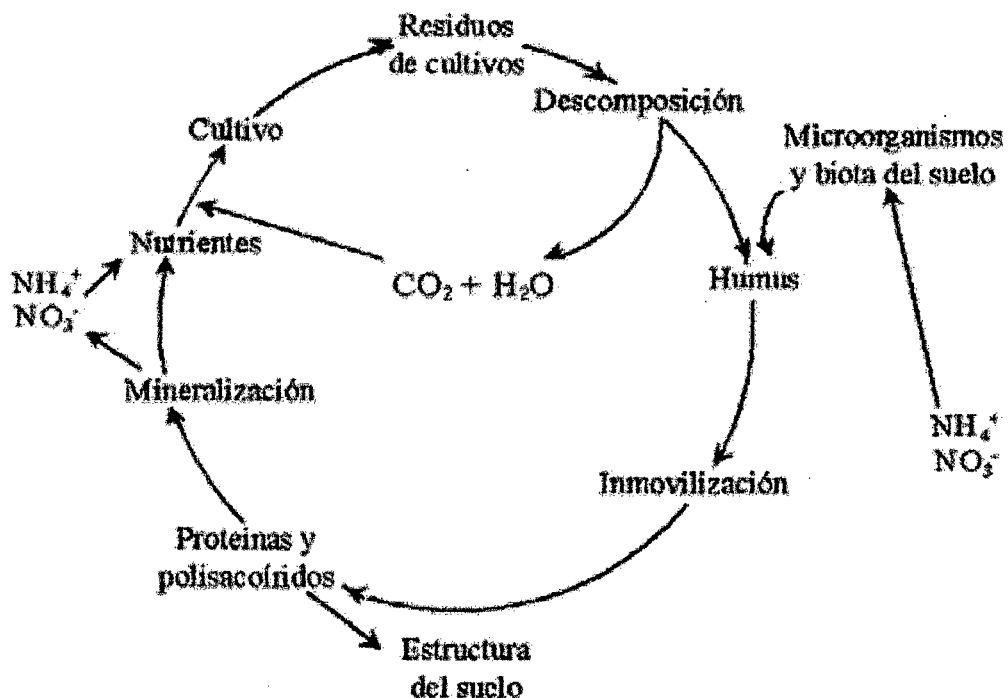
d. Ciclo del carbono mostrando la absorción de nitrógeno y su liberación por los microorganismos.

Los microorganismos que descomponen los residuos de los cultivos requieren carbono como fuente de energía y para formar sus células, pero, más importante aún, necesitan grandes cantidades de nitrógeno para su crecimiento y multiplicación. En los residuos con bajo contenido de nitrógeno

como la paja, la actividad de los microorganismos será reducida debido a la ausencia de nitrógeno, dando lugar a una baja tasa de descomposición.

Durante los primeros años de la Agricultura de Conservación en suelos pobres, el nitrógeno de los residuos es insuficiente y los microorganismos usan el nitrógeno almacenado en el suelo. Este proceso es denominado inmovilización del nitrógeno (Figura 4) y puede llevar a una deficiencia de nitrógeno en los cultivos que se manifiesta por una apariencia clorótica de las hojas.

Figura 04: Ciclo del carbono mostrando la absorción de nitrógeno y su liberación por los microorganismos.

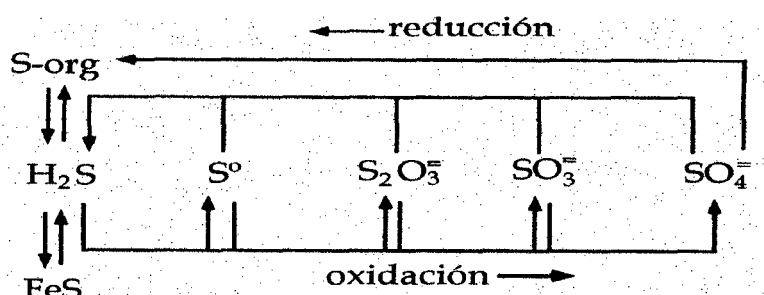


Siempre es necesario tener presente la relación C/N de los residuos y si fuera necesario, corregirla con fertilizantes. Una vez que el sistema se ha estabilizado y hay suficiente materia orgánica para suministrar el nitrógeno para el desarrollo microbiano no es necesaria la fertilización adicional. Durante el proceso de descomposición el CO_2 es liberado y la relación C/N disminuye; de esta forma los microorganismos liberan (mineralizan) nitrógeno bajo forma de amonio (NH_4^+) en el suelo. Otros microorganismos rápidamente convierten el amonio en nitrato (NO_3) el cual está fácilmente disponible para ser absorbido por las plantas.

e. Sulfatorreducción

Es la transferencia de hidrógeno al sulfato aceptor terminal de electrones en la respiración anaeróbica, reduciéndolo a H_2S . Este proceso, llamado también reducción desasimilatoria de sulfatos, es cumplido por bacterias anaeróbicas obligadas tales como *Desulfovibrio*, *Desulfatomaculum*. Por otra parte, casi todas las bacterias, así como los hongos pueden reducir sulfatos para sintetizar aminoácidos azufrados por la vía de la reducción asimilatoria de sulfatos.

Figura 05: Ciclo del azufre



3.2.7 Aplicación de microorganismos eficientes para la agricultura

Los diferentes tipos de microorganismos en el **EM**, toman sustancias generadas por otros organismos basando en ello su funcionamiento y desarrollo. Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los microorganismos eficaces para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas. Cuando los microorganismos eficaces incrementan su población, como una comunidad en el medio en que se encuentran, se incrementa la actividad de los microorganismos naturales, enriqueciendo la microflora, balanceando los ecosistemas microbiales, suprimiendo microorganismos patógenos.

El EM, como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible. La mejor manera de utilizar EM para la agricultura depende de la región, la calidad de la tierra, los métodos de cultivo, irrigación, cosechas y otros factores.

Entre los efectos sobre el desarrollo de los cultivos se pueden encontrar:

a. En Semilleros:

- ❖ Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico.
- ❖ Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.

- ❖ Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal.

b. En las plantas:

- ❖ Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.
- ❖ Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.
- ❖ Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.
- ❖ Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.
- ❖ Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

c. En los suelos:

Los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades. Así pues entre sus efectos se pueden mencionar:

- ❖ Efectos en las condiciones físicas del suelo: Acondicionador, mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su

compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. De esta manera se disminuye la frecuencia de riego, tornando los suelos capaces de absorber 24 veces más las aguas lluvias, evitando la erosión, por el arrastre de las partículas.

- ❖ Efectos en las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.
- ❖ Efectos en la microbiología del suelo: Suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen.

Entre otros efectos se puede mencionar:

- ❖ Promueve la transformación aeróbica de compuestos orgánicos, evitando la descomposición de la materia orgánica por oxidación en la que se liberan gases generadores de olores molestos (sulfurosos, amoniacales y mercaptanos).
- ❖ Evita la proliferación de insectos vectores, como moscas, ya que estas no encuentran un medio adecuado para su desarrollo.
- ❖ Incrementa la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante. Durante el proceso de fermentación se liberan y sintetizan sustancias y compuestos

como: aminoácidos, enzimas, vitaminas, sustancias bioactivas, hormonas y minerales solubles, que al ser incorporados al suelo a través del abono orgánico, mejoran sus características físicas, químicas y microbiológicas.

3.2.8 Trabajos realizados con la aplicación de la tecnología EM.

a. Aplicación de la tecnología “EM” en la hidroponía – Brasil.

EMRO – Brasil (2009), indica que, la aplicación se hizo para determinar la mejor dosis de implantación de la Tecnología EM en el sistema de producción por hidroponía.

- 1 l de EM•1 por cada 500 l de solución nutritiva.
- 1 l de EM•1 por cada 1000 l de solución nutritiva.
- 1 l de EM•1 por cada 2000 l de solución nutritiva.
- 1 l de EM•1 por cada 5000 l de solución nutritiva.

La dosis que presentó mejor efectividad y relación costo/beneficio fue la de 1 l de EM•1 para cada 2000 l de solución nutritiva diluido directamente en el tanque de bombeo una vez por semana durante todo el ciclo productivo, asociado al uso quincenal de EM•1 al 2% fumigado sobre los cultivos y germinadores. Entre los resultados más notables están el aumento de 70% en el crecimiento de las plantas, aumento de 50% en el crecimiento de las raíces, reducción de costos y del uso de agroquímicos, mayor durabilidad de la cosecha y el re-uso de la solución nutritiva.

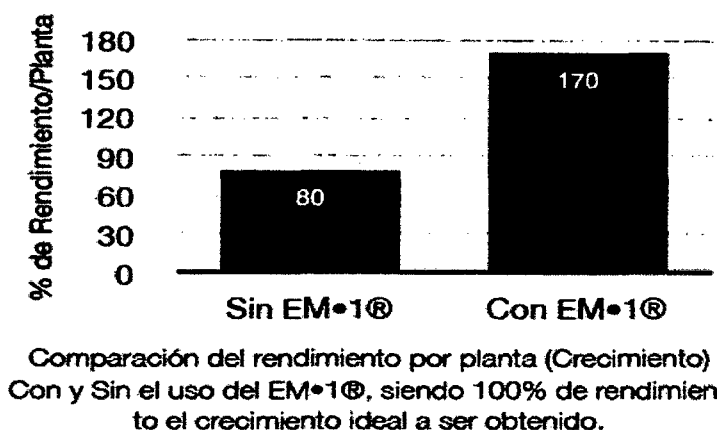


Gráfico 01: Resultado final de la Aplicación de EM en Hidroponía

b. EM usado en la nutrición y control de *Sigatoka* en EARTH– Costa Rica.

VALLE (2004), menciona que, la tecnología EM demostró una excelente capacidad para sustituir, parcialmente en esta etapa, al fungicida químico *Mancozeb* en los programas comerciales de control de la *Sigatoka* Negra, las diferentes variables evaluadas que miden el progreso de la enfermedad muestran tendencias similares para ambos tratamientos confirmando lo anterior.

Los resultados obtenidos motivan para continuar la investigación y desarrollo de la tecnología EM como un método eficaz para la sustitución de los fungicidas químicos en los programas de control de la *Sigatoka* Negra.

c. Evaluación del efecto que tienen los microorganismos eficaces (EM) sobre la composición nutritiva y el consumo de los bloques multinutricionales (BMN) – Costa Rica.

Buscando nuevas alternativas para suplementar el Ganado a bajo costo, se realizó este estudio en la Universidad EARTH, determinando el efecto que

tienen los Microorganismos Eficaces (EM) en la composición nutritiva y consumo de los bloques Multinutricionales (BMN). El estudio reveló que hay pérdida del valor nutricional en el tiempo de almacenamiento de los BMN. Pero, 4 % y 6 %, el EM evitan en gran parte esa pérdida de su valor nutricional y además aumentan el consumo de BMN por parte de los rumiantes. Por eso, es recomendable utilizar entre 4 % y 6 % de EM para mantener el valor nutritivo y aumentar el consumo de los BMN.

d. Efecto de microorganismos eficaces (EM) en el rendimiento de cebolla china (*allium fistulosum* L.) variedad 'simba' en el Bajo Mayo – San Martín.

La cantidad de EM que se necesita para aportar al cultivo no es siempre la más elevada, sino la que permite una optimización de las reacciones que este aporta como efectos beneficiosos.

La mejor dosis de EM – 1, en cuanto a la calidad, desarrollo y rendimiento en Kg/ha, se reflejó utilizando 4 800 cc/ha de EM -1 por 800 litros de agua que dio un rendimiento 38 381,6 kg/ha, y con promedios de altura de 41,05cm.

En los resultados microbiológicos, el resultado que presentó la mayor población de microorganismos fue antes de la aplicación del producto EM, a diferencia del análisis final quien obtuvo la menor población de microorganismos (*Trichoderma* sp.).

3.2.9 EM•1

a. Definición

El EM•1 es un Producto Natural elaborado con microorganismos eficientes que aceleran la descomposición natural de materiales orgánicos. Los microorganismos contenidos en EM•1 son benéficos y altamente eficientes.

Estos microorganismos no son nocivos, ni patógenos, ni genéticamente modificados, ni químicamente sintetizados. Son microorganismos naturales bien conocidos como levaduras y las bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus*), que promueven un proceso de fermentación antioxidante benéfico, acelera la descomposición de la materia orgánica y promueve el equilibrio de la flora microbiana.

Información Complementaria:

El EM-1:

- Es atóxico.
- No es radiactivo.
- No es corrosivo.
- No es volátil.
- No es inflamable.
- No tiene período de cuarentena.
- Es biodegradable.
- Es seguro a la salud humana, animal, vegetal y al medio ambiente.
- No es recomendable para el consumo humano.

b. Composición del EM-1

Contiene el mínimo de los siguientes microorganismos en miles de U.F.C/ml en solución acuosa.

- Bacterias Lácticas 1×10^4
- Bacterias Fototrópicas 1×10^6
- Levaduras 1×10^3

c. Compatibilidad y neutralización

El EM•1:

Es compatible con aceites minerales y fertilizantes.

No es compatible con cloro, desinfectantes, sulfato de cobre, oxidantes y agroquímicos (fungicidas y bactericidas).

Puede ser neutralizado y/o desactivado con cloro en la proporción de 10ml para cada litro de EM•1-Ativado.

d. Aplicaciones y usos

El EM•1 puede ser aplicado en el proceso de compostaje de residuos orgánicos; en suelos y substratos; en la producción hidropónica; en la agricultura; en la piscicultura y camaroneras; en granjas de producción animal, ayudando en la eliminación de malos olores; en lagunas de tratamiento de efluentes; en cajas de grasa, fosas sépticas y en los sistemas de efluentes sanitarios.

Los microorganismos presentes en el EM•1 están en estado de latencia, actívelos antes de usarlos.

Para activar: use la proporción de una (1) parte de EM•1 para una (1) parte de melaza de caña o azúcar para dieciocho (18) partes de agua limpia (sin cloro)*, así, 1 litro de EM•1 le rendirá 20 litros de EM•1-Activado para aplicación.

Para agua tratada con cloro, antes de usarla, es necesario colocarla en un recipiente abierto y exponerla a la luz por 24 horas.

Para la activación, use sólo recipientes plásticos limpios y con tapas que permitan el cierre hermético para evitar la entrada de aire.

Independiente del volumen total del recipiente utilizado, realice los siguientes pasos:

- Llene el recipiente con 9 partes de agua, o por la mitad.
- Coloque 1 parte de EM•1 y 1 parte de melaza de caña o azúcar.
- Agite bien para disolver la melaza o el azúcar hasta formar una solución homogénea.
- Agregue las otras 9 partes de agua y cierre bien el recipiente para evitar la entrada de aire.
- Mantenga el EM•1-Activado en un lugar cuya temperatura oscile de cálida a caliente (25 a 40°C) durante un período de 4 a 7 días para su respectiva fermentación.

- Durante la fermentación, y ya a partir del 2º día, se produce gas. Es necesario eliminar el exceso abriendo el recipiente apenas lo suficiente para extraerlo. Realice la extracción del gas cada vez que sea necesario.
- El EM•1-Activado está listo para usar a partir del 4 al 7º día, cuando el pH de la solución esté abajo de 4,0, o cuando presente un olor agri dulce agradable y exista un cambio de color de café-oscuro a café-anaranjado.
- El EM•1-Activado debe utilizarse durante los 35 días siguientes después de su activación de lo contrario pierde eficacia.
- Almacene el EM•1-Activado siempre bien tapado, en un lugar fresco, aireado y fuera del alcance de niños y de animales domésticos.
- ATENCIÓN: Para la activación del EM•1 no use envases que puedan ser confundidos con bebidas.

NOTA: si el olor del EM•1-Activado recuerda algo podrido y no es agri dulce y agradable, o si el pH está por encima de 4,0 entonces hubo contaminación y la solución con el producto debe ser desechado.

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Materiales.

4.1.1 Ubicación del campo experimental.

El presente trabajo de investigación se realizó en el fundo “**El Pacífico**” de propiedad del Ing. Jorge Luís Peláez Rivera, ubicado en el distrito y provincia de Lamas, departamento de San Martín.

a. Ubicación política.

Distrito	:	Lamas
Provincia	:	Lamas
Departamento	:	San Martín
Región	:	San Martín

b. Ubicación geográfica

Latitud Sur	:	06° 20´ 15”
Longitud Oeste	:	76° 30´ 45”
Altitud	:	835 m.s.n.m.m

4.1.2 Antecedentes del campo

En el Fundo hortícola “**El Pacífico**”, se vienen cultivando hortalizas de gran potencial comercial y cuenta con una extensión de dos hectáreas desde hace 20 años.

4.1.3 Vías de acceso

La principal vía de acceso a la parcela experimental es la carretera Fernando Belaunde Terry a la altura del Km. 12, con un desvío al margen derecho de 9,5 Km., de la ciudad de Tarapoto.

4.1.4 Condiciones Ecológicas

Según Holdridge (1985), indica el lugar donde se realizó la presente investigación se encuentra en la zona de vida de bosque seco tropical (bs – T) en la selva alta del Perú.

4.1.5. Características edafoclimáticas

a. Características climáticas

El experimento se realizó entre los meses de agosto a setiembre (08/08-26/09) del 2013, durante este periodo las condiciones climáticas referidas a temperatura y precipitaciones según el SENAMHI-Oficina de Tarapoto fue la siguiente:

Tabla 2: Datos meteorológicos, Estación CO Lamas (2013)

Meses	Temperatura media mensual (°C)	Precipitación Total mensual (mm)	Humedad Relativa (%)
Agosto	23.2	120.5	84
Septiembre	24.3	68.8	85

Fuente: SENAMHI (2013).

b. Características edáficas:

El suelo presenta una textura franco arcillo arenoso, con un pH de 6,54 de reacción ligeramente ácido, materia orgánica se encuentra en un nivel medio de 3.12%, en cuanto a nitrógeno tiene un contenido de 0.156%, el fósforo asimilable se encuentra en un nivel alto 98 kg P₂O₅/ha, el potasio disponible se encuentra en un nivel alto de 256 K₂O/ha. Los resultados descritos se muestran en la tabla 3.

Tabla 3: Características físicas y químicas del suelo

Elementos		Lamas (Fundo Pacífico) 835 m.s.n.m.m	Interpretación
pH		6.54	Ligeramente ácido
C.E. Mmhos/cc		98.67	No hay problemas de sales
M.O. (%)		3.12	Medio
N (%)		0.156	Medio
P (ppm)		98	Alto
K ₂ O (ppm)		256	Alto
Análisis Mecánico (%)	Arena (%)	53	Franco Arcillo Arenoso
	Limo (%)	18	
	Arcilla (%)	29	
CIC (meq)		6.32	Medio
Cationes Cambiables (meq)	Ca ²⁺	6.8	Bajo
	Mg ²⁺	2.34	Bajo
	K ⁺	0.64	Alto
Suma de bases		9.78	Total de elementos cambiables(meq)

Fuente: Laboratorio de suelos Agrícolas-FCA-UNSM-T (2013).

4.2 Metodología

4.2.1 Diseño y características del experimento:

a. diseño experimental

Para la ejecución del presente experimento se utilizó el diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cuatro bloques, cinco tratamientos y con un total de 20 unidades experimentales.

Para el procesamiento de datos se utilizó el Software SPSS 19 y para el análisis estadístico se utilizó estadígrafos como el análisis de varianza (ANVA) y la Prueba Duncan al 0.05 de probabilidad.

b. Características del campo experimental

A nivel bloques

Nº de bloques	: 04
Ancho	: 1.20 m
Largo	: 21.25 m
Área total del bloque	: 25.5 m ²
Separación entre bloque	: 0.50 m.
Área total del experimento	: 133.87 m ²

A nivel de unidad experimental

Ancho	: 1.20 m
Largo	: 3.85 m
Área	: 4.62 m ²

4.2.2 Tratamientos en estudio

La cantidad de EM que se necesita para aportar al cultivo no es siempre la más elevada, sino la que permite una optimización de las reacciones que este aporta como efectos beneficiosos. La dosis recomendada por el producto es de 40 litros de EM-1activado por hectárea, fraccionados en tres partes.

Los tratamientos estudiados según el modelo estadístico planteado fueron los siguientes:

Tabla 4: Tratamientos estudiados

Número de tratamiento	Clave	Descripción
1	T1	Aplicación de 1.00 l/ha (fraccionados en tres aplicaciones)
2	T2	Aplicación de 1.5 l/ha(fraccionados en tres aplicaciones)
3	T3	Aplicación de 2.00 l/ha (fraccionados en tres aplicaciones)
4	T4	Aplicación de 2.5 l/ha (fraccionados en tres aplicaciones)
5	T0	Testigo (sin aplicación)

4.2.3 Conducción del experimento

a. Activación del EM-1

Los microorganismos presentes en el EM-1 están en estado de latencia, por lo tanto se tuvieron que activar antes de usar (esta actividad se realizó 4 días antes de empezar con las labores en campo), para lo cual se mezcló 1 litro de melaza de caña (5%) en 18 litros de agua (90%) y se le agregó 1 litro de EM-1 (5%), luego se colocó la mezcla en un bidón limpio, y a este se le cerró herméticamente para no permitir la entrada del aire. Se lo dejó reposar en un ambiente bajo sombra, al cabo del sexto día ya estuvo listo para la aplicación en campo.

Fotografía 1: activación del EM-1



Fotografía 2: EM-1 en condiciones anaeróbicas



b. Limpieza del terreno.

Se realizó manualmente haciendo uso de machete y lampa para eliminar las malezas que se encontraron en el área designada para el trabajo de investigación.

c. Remoción y mullido del terreno

Esta actividad se ejecutó removiendo el suelo con el uso de palas con la finalidad de mejorar la textura. Seguidamente se empezó a mullir las parcelas con la ayuda de un rastrillo.

d. Muestreo y análisis de suelo.

El muestreo se realizó tomando cinco puntos al azar dentro del área del experimento, que representaron a las sub muestras y finalmente se las homogenizó para enviar al laboratorio una muestra de 1 kg. Para análisis físico químico respectivo.

e. Parcelado.

Después de la remoción del suelo, se procedió a parcelar el campo experimental dividiendo en cuatro bloques y con sus respectivos tratamientos, de acuerdo al croquis del campo experimental.

f. Aplicación de abono.

Esta actividad se realizó con la aplicación de gallinaza de postura con una dosis de 20 T/ha. La gallinaza se esparció en forma uniforme por todas las unidades experimentales correspondientes (9.24 kg/tratamiento), para luego removerlo con el uso de una pala. Seguidamente se empezó a nivelar las parcelas con la ayuda de un rastrillo.

g. Aplicación de microorganismos benéficos

Diseñado los tratamientos se procedió con la aplicación de los microorganismos ya activados (EM-1) y con las dosis correspondientes a cada tratamiento, Se efectuó desde la preparación del terreno, con periodos de aplicación cada 15 días.

Dosis/tratamiento

- Para el T1 se utilizó 1 l/ha lo que activado rinde 20 l/ha, para 4.62 m² se requiere 9.24 cc, lo que por aplicación corresponde 3.08 cc.
- Para el T2 se utilizó 1.5 l/ha lo que activado rinde 30 l/ha, para 4.62 m² se requiere 13.86 cc, lo que por aplicación corresponde 4.62 cc.
- Para el T3 se utilizó 2 l/ha lo que activado rinde 40 l/ha, para 4.62 m² se requiere 18.48 cc, lo que por aplicación corresponde 6.16 cc.
- Para el T4 se utilizó 2.5 l/ha lo que activado rinde 50 l/ha, para 4.62 m² se requiere 23.1 cc, lo que por aplicación corresponde 7.7 cc.

La aplicación de la solución se realizó uniformemente previa calibración del aspersor costal utilizando como solvente agua sin cloro.

h. Siembra

Se realizó el 16 de agosto, efectuándose esta de manera directa en campo definitivo usando un bulbo por hoyo de cebolla china de la variedad Roja Chiclayana, a una profundidad de 1 cm., con distanciamiento de 0.20m entre fila y 0.10m entre planta.

4.2.4 Labores culturales

a. Control de malezas

Se realizó de manera manual con la ayuda de una escarda, extrayendo las malezas que afectan al cultivo y su producción.

b. Riego

Se efectuó mediante riego por aspersión dos veces al día y de acuerdo a la incidencia de las lluvias que se registraron durante el tiempo en que se realizó el trabajo de investigación.

c. Cosecha

Se realizó el 26 de setiembre cuando ya la variedad alcanzó su madurez de mercado, altura promedio de 0.30m, color verde intenso, diámetro de bulbo de 0.01m y se realizó en forma manual.

Fotografía3: cosecha



4.2.5 Variables evaluadas

a. Número de bulbos

De las 10 plantas tomadas al azar se realizó el conteo de bulbos existentes por planta.

b. Diámetro del bulbo.

Se efectuó tomando las 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento, la medición se realizó empleando un vernier y cogiendo la parte media del bulbo, al momento de la cosecha.

c. Diámetro basal de la hoja

Se evaluó al momento de la cosecha, utilizando un vernier se tomó la medida de una hoja por planta, de las mismas que fueron seleccionadas al azar por tratamiento.

d. Longitud de la hoja

Se evaluó al momento de la cosecha, los datos fueron obtenidos de 10 plantas por tratamiento tomadas al azar, con una regla graduada.

e. Peso por planta

Se pesaron las 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento a la cosecha, para lo cual se usó una balanza de precisión.

f. Rendimiento en la producción en t/ha

Se tomaron los pesos promedios de plantas por tratamiento, y se multiplicaron por la densidad de plantas por hectáreas, para obtener el peso en t/ha.

Fotografía4: toma de datos



V. RESULTADOS

5.1. Del número de bulbos por planta

Cuadro 1: Análisis de varianza para el número de bulbos por planta (datos transformados por \sqrt{x})

Fuente de Variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F. C.	Significación del P-valor
Bloques	0.014	3	0.005	3.897	0.037*
Tratamientos	0.031	4	0.008	6.445	0.005**
Error experimental	0.015	12	0.001		
Total	0.060	19			

$R^2 = 75.7\%$

C.V. = 1.62%

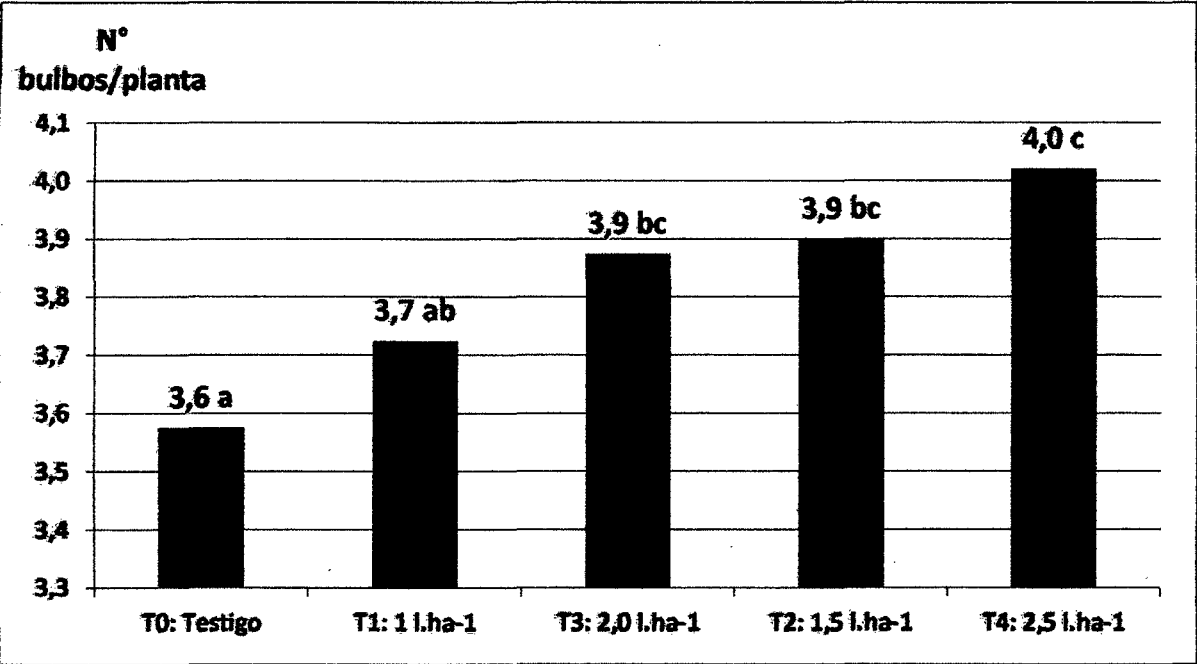
Promedio = 1.95

*Significativo (5%)

**Altamente significativo (1%)

El análisis de varianza para el número de bulbos por planta detectó diferencias significativas al 95% para la fuente de variabilidad bloques y altamente significativo al 99% para la fuente de variabilidad tratamientos, por lo que se asume que la variabilidad existente en bloques ha sido controlada por el modelo y que al menos uno de los tratamientos estudiados se diferenció de los demás. El coeficiente de determinación (R^2) con un valor de 75.7% explica muy bien los efectos que han tenido los tratamientos estudiados sobre el número de bulbos por planta. El Coeficiente de variabilidad con 1.62% ha demostrado que la desviación de la información obtenida ha sido pequeña y la cual se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de campo (Calzada, 1982).

Gráfico 2: Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los promedios de tratamientos respecto al número de bulbos por planta.



La prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos detectó diferencias significativas entre tratamientos lo cual corrobora el resultado del análisis de varianza observándose que el T4 (2,5 l.ha⁻¹) con un promedio de 4.02 bulbos por planta resultó ser estadísticamente igual a los tratamientos T2 (1,5l.ha⁻¹) y T3 (2,0 l.ha⁻¹) quienes alcanzaron promedios de 3.89 y 3.72 bulbos por planta respectivamente, y el cual superó estadísticamente a los tratamientos T1 (1 l.ha⁻¹)) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 3.72 y 3.57 bulbos por planta respectivamente.

5.2. Del diámetro promedio del bulbo

Cuadro2: Análisis de varianza para el diámetro promedio del bulbo (mm)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F. C.	Significación del P-valor
Bloques	0.021	3	0.007	0.140	0.934N.S.
Tratamientos	11.392	4	2.848	55.481	0.000**
Error experimental	0.616	12	0.051		
Total	12.030	19			

$R^2 = 94.9\%$

C.V. = 18.82%

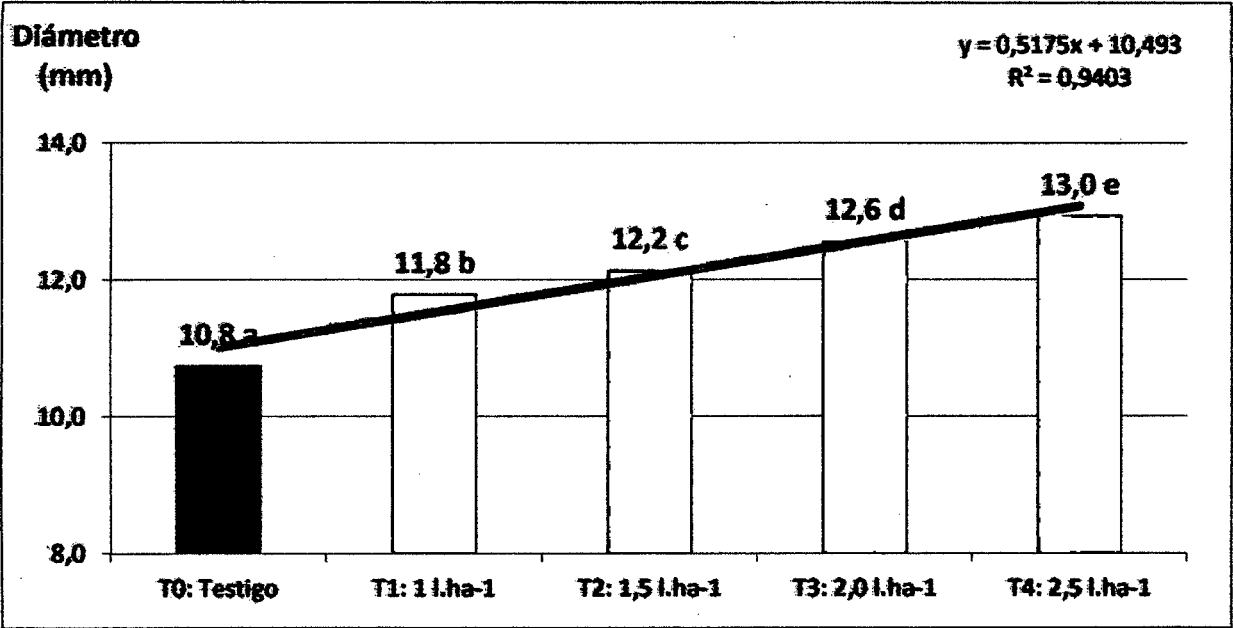
Promedio = 1.20

N.S. No significativo

**Altamente significativo (1%)

El análisis de varianza para el diámetro promedio del bulbo no detectó diferencias significativas para la fuente de variabilidad bloques, pero si diferencias altamente significativas al 99% para la fuente de variabilidad tratamientos, por lo que se asume que no existió variabilidad significativa en bloques y que al menos uno de los tratamientos estudiados se diferenció de los demás. El coeficiente de determinación (R^2) con un valor de 94.9% explica muy bien los efectos que han tenido los tratamientos estudiados sobre el diámetro promedio del bulbo. El Coeficiente de variabilidad con 18.82% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de campo (Calzada, 1982).

Gráfico 3: Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los promedios de tratamientos respecto al diámetro promedio del bulbo



La prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos detectó diferencias significativas entre tratamientos y lo cual corrobora el resultado del análisis de varianza y donde se observa que el T4 (2,5 l.ha⁻¹) con un promedio de 12.95 mm de diámetro promedio del bulbo superó estadísticamente a los demás tratamientos, seguido del T3 (2,0 l.ha⁻¹), T2 (1,5 l.ha⁻¹), T1 (1,0 l.ha⁻¹) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 12.57 mm, 12.15 mm, 11.8 mm y 10.75 mm de diámetro promedio del bulbo respectivamente.

5.3. Del diámetro basal de la hoja

Cuadro 3: Análisis de varianza para el diámetro basal de la hoja (mm)

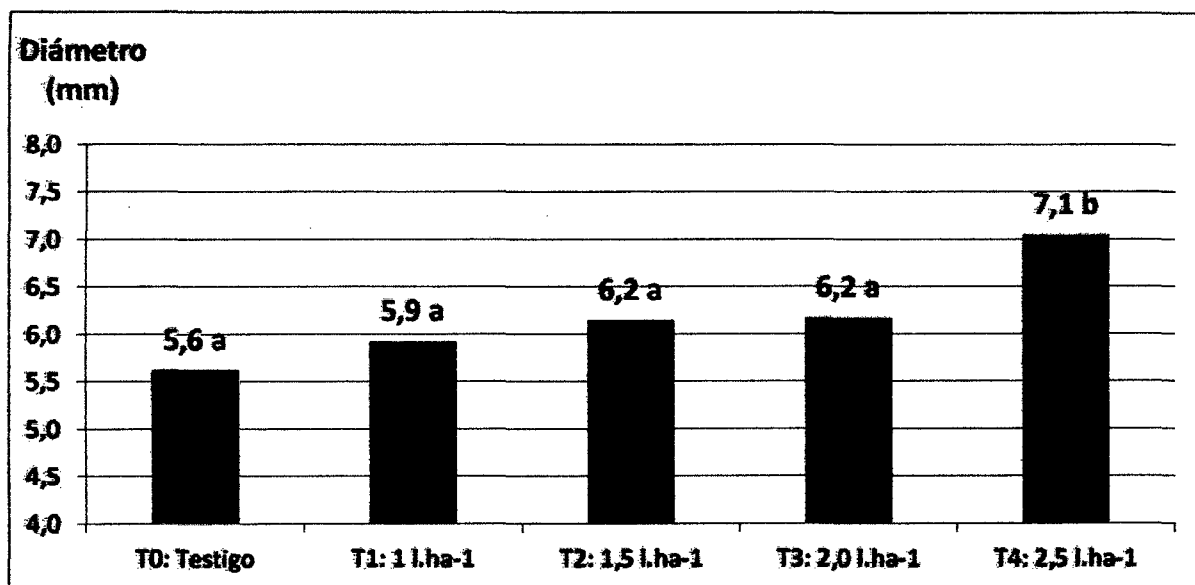
Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F. C.	Significación del P-valor
Bloques	0.113	3	0.038	0.322	0.809N.S.
Tratamientos	4.523	4	1.131	9.630	0.001**
Error experimental	1.409	12	0.117		
Total	6.045	19			

$R^2 = 76.7\%$ C.V. = 5.5 % Promedio = 6.2

N.S. No significativo
**Altamente significativo (1%)

El análisis de varianza para el diámetro basal de la hoja no detectó diferencias significativas para la fuente de variabilidad bloques pero sí diferencias altamente significativas al 99% para la fuente de variabilidad tratamientos, por lo que se asume que no existió variabilidad entre bloques y que al menos uno de los tratamientos estudiados se diferenció de los demás. El coeficiente de determinación (R^2) con un valor de 76.7% explica muy bien los efectos que han tenido los tratamientos estudiados sobre el diámetro basal de la hoja. Sin embargo, el Coeficiente de variabilidad con 55.17% ha demostrado que la desviación de la información obtenida ha sido muy grande y la cual no concuerda con el rango de aceptación para trabajos de campo propuesto por calzada (1982).

Gráfico 4: Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los promedios de tratamientos respecto al diámetro basal de la hoja



La prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos detectó diferencias significativas entre tratamientos y lo cual corrobora el resultado del análisis de varianza y donde se observa que el T4 (2,5 l.ha⁻¹) con un promedio de 7.02 cm de diámetro basal de la hoja, superó estadísticamente a los demás tratamientos, seguido del T3 (2,0 l.ha⁻¹), T2 (1,5 l.ha⁻¹), T1 (1,0 l.ha⁻¹) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 6.18 cm, 6.15 cm, 5.93 cm y 5.63 cm de diámetro basal de la hoja respectivamente.

5.4. De la longitud de la hoja

Cuadro 4: Análisis de varianza para la longitud de la hoja (cm)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F. C.	Significación del P-valor
Bloques	1.151	3	0.384	0.258	0.854N.S.
Tratamientos	35.244	4	8.811	5.918	0.007**
Error experimental	17.867	12	1.489		
Total	54.262	19			

$R^2 = 67.1\%$

C.V. = 2.63%

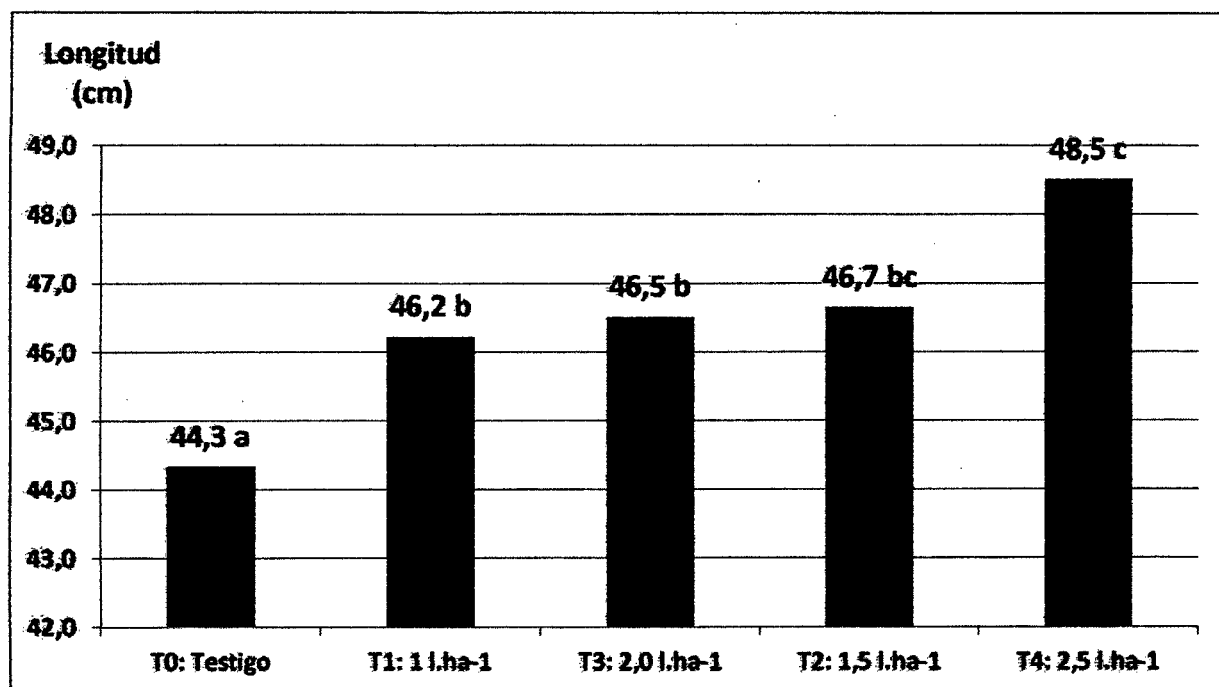
Promedio = 46.45

N.S. No significativo

**Altamente significativo (1%)

El análisis de varianza para la longitud de la hoja no detectó diferencias significativas para la fuente de variabilidad bloques y pero sí diferencias altamente significativas al 99% para la fuente de variabilidad tratamientos, por lo que se asume que no existió variabilidad entre bloques y que al menos uno de los tratamientos estudiados se diferenció de los demás. El coeficiente de determinación (R^2) con un valor de 67.1% no explica suficientemente los efectos que han tenido los tratamientos estudiados sobre la longitud de la hoja. Sin embargo, el Coeficiente de variabilidad con 2.63% ha demostrado que la desviación de la información obtenida ha sido muy pequeña y la cual se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de campo propuesto por calzada (1982).

Gráfico 5: Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los promedios de tratamientos respecto a la longitud de la hoja



La prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos detectó diferencias significativas entre tratamientos y lo cual corrobora el resultado del análisis de varianza y donde se observa que el T4 (2,5 l.ha⁻¹) con un promedio de 48.51 cm de longitud de la hoja resultó ser estadísticamente igual a T2 (1,5 l.ha⁻¹) quien obtuvo un promedio de 46.45 cm. Siendo que el T4 superó estadísticamente a los demás tratamientos, seguido del T3 (2,0 l.ha⁻¹), T1 (1,0 l.ha⁻¹) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 46.51 cm, 46.23 cm y 44.34 cm de longitud de la hoja respectivamente.

5.5. Del peso total de la planta

Cuadro 5: Análisis de varianza para el peso total de planta (g)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F. C.	Significación del P-valor
Bloques	34.372	3	11.457	3.558	0.048*
Tratamientos	87.958	4	21.990	6.829	0.004**
Error experimental	38.638	12	3.220		
Total	160.968	19			

$R^2 = 76.0\%$

$V. = 3.77\%$

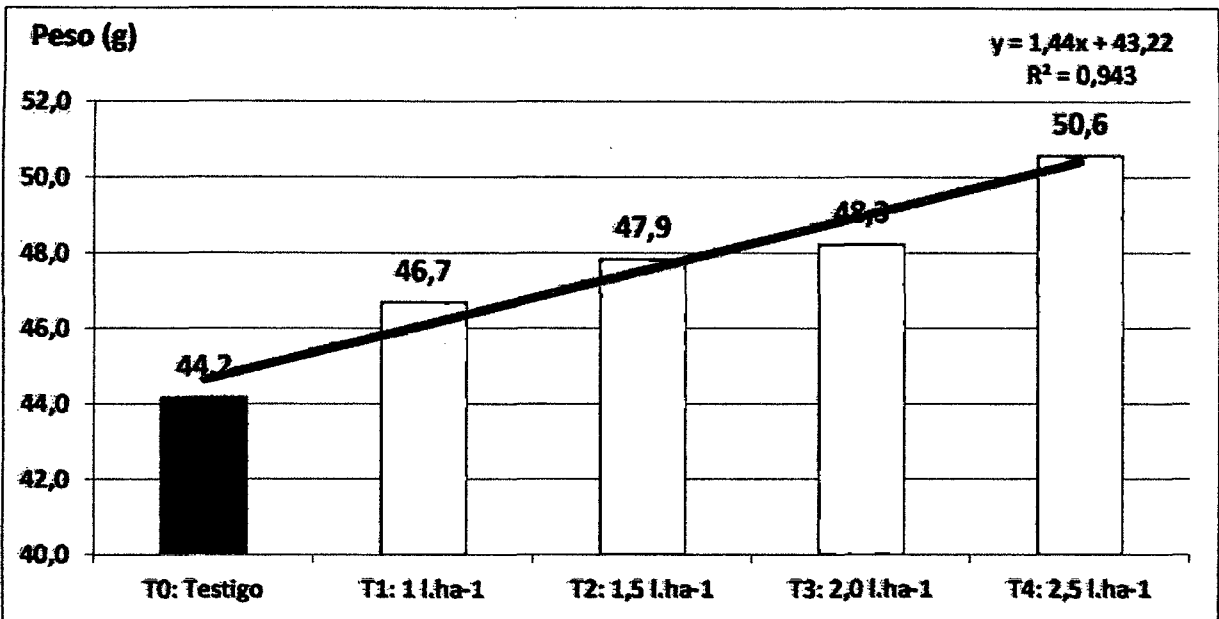
Promedio = 47.54

*Significativo (5%)

**Altamente significativo (1%)

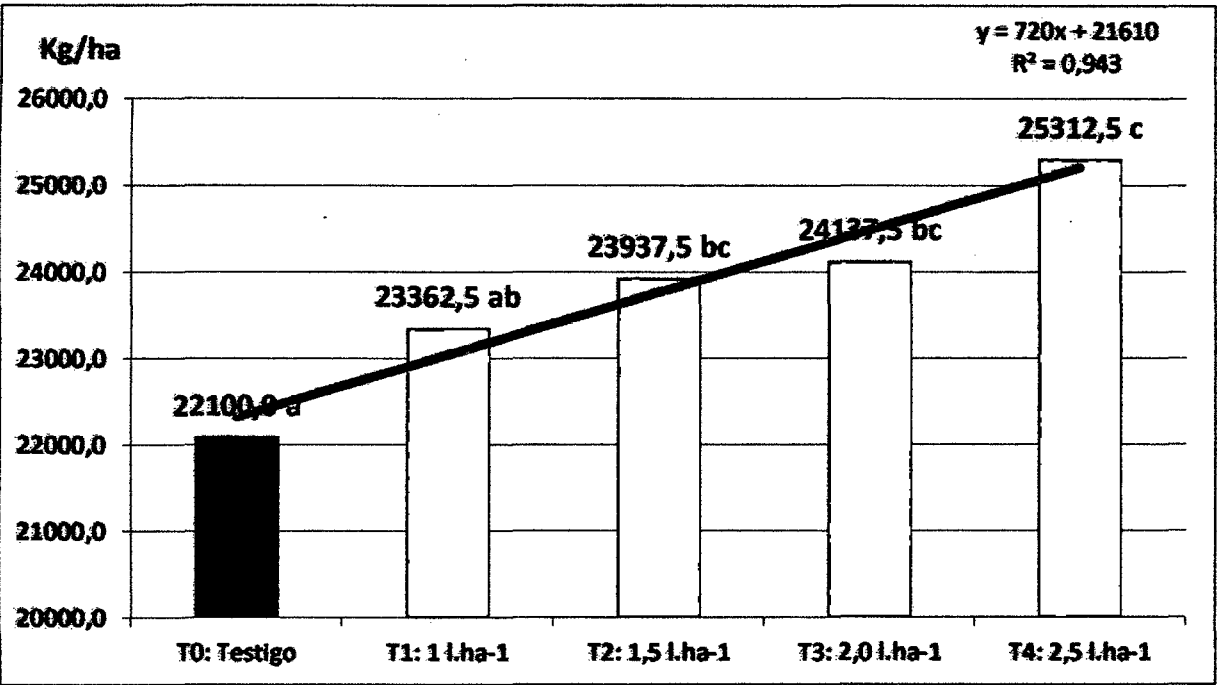
El análisis de varianza para el peso total de la planta detectó diferencias significativas al 95% para la fuente de variabilidad bloques y altamente significativo al 99% para la fuente de variabilidad tratamientos, por lo que se asume que la variabilidad existente en bloques ha sido controlada por el modelo y que al menos uno de los tratamientos estudiados se diferenció de los demás. El coeficiente de determinación (R^2) con un valor de 76.0% explica muy bien los efectos que han tenido los tratamientos estudiados sobre el peso total de la planta. El Coeficiente de variabilidad con 3.77 % se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de campo, calzada (1982).

Gráfico 6: Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los promedios de tratamientos respecto al peso total de la planta



La prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos detectó diferencias significativas entre tratamientos y lo cual corrobora el resultado del análisis de varianza y donde se observa que el T4 (2,5 l.ha⁻¹) con un promedio de 50.63 gramos de peso total de la planta resultó ser estadísticamente igual a los tratamientos T3 (2,0 l.ha⁻¹) y T2 (1,5 l.ha⁻¹) quienes obtuvieron promedios de 48.28 gramos y 47.88 gramos de peso total de la planta respectivamente y siendo que el T4 superó a los tratamientos T1 (1,0 l.ha⁻¹) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 46.73 gramos y 44.2 gramos de peso total de la planta respectivamente.

Gráfico 7: Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los promedios de tratamientos respecto al rendimiento en $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$



La prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos detectó diferencias significativas entre tratamientos y lo cual corrobora el resultado del análisis de varianza y donde se observa que el T4 ($2,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$) con un promedio de $25\,312.5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ resultó ser estadísticamente igual a los tratamientos T3 ($2,0 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$) y T2 ($1,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$) quienes obtuvieron promedios de $24\,137.5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ y $23\,937.5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de rendimiento respectivamente y siendo que el T4 superó a los tratamientos T1 ($1,0 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de $23\,362.5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ y $22\,100.0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de rendimiento respectivamente.

5.7. Del análisis económico

Cuadro 7: Análisis económico de los tratamientos estudiados

Trats	Rdto (kg.ha ⁻¹)	Costo de producción (S/.)	Precio de venta (S/./kg)	Beneficio bruto (S/.)	Beneficio neto (S/.)	Beneficio/ Costo	Rentabi lidad (%)
T0	22100,00	6002,35	0,40	8840,00	2837,65	0,47	47,28
T1	23362,50	8323,18	0,50	11681,25	3358,07	0,40	40,35
T2	23937,50	8430,32	0,50	11968,75	3538,43	0,41	41,97
T3	24137,00	8515,52	0,50	12068,50	3552,98	0,41	41,72
T4	25313,50	8657,75	0,50	12656,75	3999	0,46	46,19

En el análisis económico de los tratamientos, se ha puesto en valor el rendimiento en kg.ha⁻¹ y el costo total de producción para los tratamientos estudiados. Este cuadro de análisis económico se construyó sobre la base del precio actual al por mayor en el mercado local calculado en S/ 0.40 y S/ 0.50 nuevos soles por kg de peso de la planta de cebolla china en función al tamaño y calidad del producto.

VI. DISCUSIONES

6.1. Del número de bulbos por planta

Estos resultados se pueden explicar debido a que los microorganismos benéficos (EM) tienen efectos en el suelo y que estos están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades, teniendo influencia en las condiciones físicas del suelo: como acondicionador, mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. De esta manera se disminuye la frecuencia de riego, tornando los suelos capaces de absorber 24 veces más las aguas lluvias, evitando la erosión, por el arrastre de las partículas. Los EM también tienen efectos en las condiciones químicas del suelo, mejorando la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical. Así mismo, son evidentes sus efectos en la microbiología del suelo, suprimiendo o controlando las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen (Higa, T. 2003)

Las levaduras microorganismos contenidos en el EM-1 sintetizan y utilizan las sustancias antimicrobianas que intervienen en el crecimiento de las plantas, a partir de los aminoácidos y azúcares producidos por las bacterias

fotosintéticas, así como las de la materia orgánica y de las raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, tales como hormonas y enzimas producidas por las levaduras incrementan la actividad celular y el número de raíces. Sus secreciones son substratos útiles para ciertos microorganismos efectivos, tales como las bacterias ácido lácticas y los Actinomycetes. (Higa, T. 1994)

6.2. Del diámetro promedio del bulbo

Es importante destacar que la aplicación de microorganismos benéficos supero al tratamiento testigo (sin aplicación) por un lado y que a su vez estableció un comportamiento lineal positivo descrito por la ecuación $Y = 0.517x + 10.493$ y un nivel de correlación muy alto con 96.96% entre la variable independiente (Dosis de microorganismos benéficos) y la dependiente (diámetro promedio del bulbo).

La importancia de Los microorganismos del suelo, es que estos son los componentes más importantes de este, constituyen su parte viva y son los responsables de la dinámica de transformación y desarrollo. En un solo gramo de tierra, encontramos millones de microorganismos benéficos para los cultivos. Por lo que los EM pueden utilizarse como inoculantes del suelo para reconstruir su equilibrio biológico, mejorar la asimilación de nutrientes para que estén de esta manera disponibles, suprimir microorganismos patógenos indeseables por "exclusión competitiva o dominación absoluta" y de esta

manera favorecer el crecimiento, rendimiento y protección de las plantas de cultivo; en aspersiones foliares, para mejorar el crecimiento del follaje (22%) y de esta manera aumentar el área fotosintética, lo que se va a traducir en una mayor elaboración de nutrimentos para la planta y por ende en un incremento de su productividad, además se ha comprobado que algunos microorganismos presentes en los EM asperjados al follaje, son capaces de proteger a las plantas del ataque de determinados patógenos (Peñañiel y Donosso, 2004)

6.3. Del diámetro basal de la hoja

La explicación más cercana a los resultados y efectos obtenidos por la aplicación creciente de EM, es que estos microorganismos beneficiosos que se encuentran en el suelo, son bacterias, actinomicetos, hongos, algas y protozoarios. Partiendo además de que un suelo fértil es aquel que contiene una reserva adecuada de elementos nutritivos disponibles para la planta, o una población microbiana que libere nutrientes que permitan un buen desarrollo vegetal, por lo cual se puede inferir de que con la aplicación creciente de dosis de EM el diámetro basal de la hoja haya obtenido mayores valores promedio. Puesto que los EM, como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible (<http://www.bioem.com.pe/usosagricultura.php>).

6.4. De la longitud de la hoja

La respuesta observada tiene una gran diferencia en el crecimiento y desarrollo en cuanto trabajos realizados en el cultivo de cebolla china en el crecimiento; (ARMAS, 2009) señala que con la aplicación de Hidrosolventes de Potasio su mejor respuesta en la altura promedio de plata con una dosis de 02g.gel/m² + riego cada dos días fue de 38.67 cm de altura; (VALDEZ, 1999) menciona que con una densidad de 15x10 obtuvo un promedio de altura de 40.20 cm.

Higa, T. 1994, puede justificar muy bien estos resultados ya que los efectos benéficos de la aplicación del ME son:

- a) Promueve la germinación, la floración, el desarrollo de los frutos y la reproducción de las plantas.
- b) Mejora física, química y biológicamente el ambiente de los suelos, y suprime los patógenos y plagas que promueven enfermedades.
- c) Aumenta la capacidad fotosintética de los cultivos.
- d) Asegura una mejor germinación y desarrollo de las plantas.
- e) Incrementa la eficacia de la materia orgánica como fertilizante.

6.5. Del peso total de la planta

Esta variable evaluada también determinó que la aplicación de microorganismos benéficos supero al tratamiento testigo (sin aplicación) por un lado y que a su vez el incremento de las dosis de microorganismos

estableció un comportamiento lineal positivo descrito por la ecuación $Y = 1.44x + 43.22$ y un nivel de correlación muy alto con 97.1% entre la variable independiente (Dosis de microorganismos benéficos) y la dependiente (peso total de la planta).

Los Microorganismos Eficaces, son combinaciones de 80 tipos de microorganismos benéficos de origen natural de 3 géneros principales: bacterias fototróficas, bacterias de ácido láctico y levadura. Estos microorganismos efectivos, cuando entran en contacto con materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelados y antioxidantes. Cambian la micro y macro flora de la tierra y mejora el equilibrio natural de manera que la tierra que causa enfermedades se convierte en tierra que suprime enfermedades, y ésta a su vez tiene la capacidad de transformarse en tierra azimógena. (<http://www.bioem.com.pe/queesem.php>), es este hecho que nos permite aseverar que la disponibilidad de nutrientes ha sido aprovechada eficazmente por aquellos tratamientos a los que se les aplicó las dosis de EM, en tanto que la eficiencia fotosintética ha sido una función directa del incremento de las dosis de EM aplicado.

Las bacterias fotosintéticas son microorganismos autosuficientes e independientes. Ellas sintetizan las sustancias útiles producidas por la secreción de las raíces, materia orgánica y/o gases perjudiciales (como el sulfuro de hidrógeno) utilizando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias benéficas está compuestas por aminoácidos,

ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, todas las cuales ayudan al crecimiento y desarrollo de las plantas.

Estos metabolitos son absorbidos directamente por las plantas actuando también como sustratos para el desarrollo de las bacterias. Al crecer las bacterias fotosintéticas en los suelos aumentan la cantidad de otros microorganismos eficaces.

Veamos un ejemplo: Los sustratos secretados por las bacterias fotosintéticas aumentan la disponibilidad de aminoácidos o componentes nitrogenados. Es así que la cantidad de la VA (vesicular/arbuscular) mycorrhiza se incrementa por la disponibilidad de compuestos nitrogenados (aminoácidos) en los sustratos secretados por la actividad de la bacteria fotosintética. A su vez la VA mycorrhiza incrementa la solubilidad de los fosfatos en los suelos suministrando fósforo a las plantas. También la VA mycorrhiza puede coexistir con el *Azotobacter* como bacteria fijadora de nitrógeno, aumentando así la capacidad de fijación del nitrógeno en las legumbres, por ejemplo. (Higa, T. 1994)

6.6. Del rendimiento en kg.ha⁻¹

Esta variable evaluada también determinó que la aplicación de microorganismos benéficos supero al tratamiento testigo (sin aplicación) por un lado y que a su vez el incremento de las dosis de microorganismos estableció un comportamiento lineal positivo descrito por la ecuación $Y = 720x + 21610$ y un nivel de correlación muy alto con 97.1% entre la variable

independiente (Dosis de microorganismos benéficos) y la dependiente (rendimiento en $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Es evidente que la aplicación creciente de las dosis de EM han generado mayores rendimientos, por lo que el trabajo realizado y bajo las condiciones edafoclimáticas en que se llevó a cabo, los microorganismos benéficos presentaron una tendencia a generar mejores resultados, estos microorganismos se desarrollan mejor y hacen más eficiente su trabajo a temperaturas bajas, es importante mencionar que una fuerte insolación inactiva las propiedades de estos siendo recomendable primero regar el área para luego realizar las aplicaciones mejorando la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical, suprimiendo o controlando las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia e incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen.

En comparación con estudios y trabajos realizados en el cultivo de cebolla china en cuanto a rendimiento, **Armas (2009)**, señala que, en la provincia de Lamas , con la aplicación de Hidrosolventes de Potasio su mejor respuesta en cuanto al rendimiento promedio con una dosis de $06\text{g} \cdot \text{gel}/\text{m}^2$ + riego cada dos días obtuvo un rendimiento de $28,68 \text{ Tm}/\text{ha}$; **Valdez (1999)** en el Km 14 a

Yurimaguas menciona que con una densidad de 15×10 obtuvo un rendimiento promedio de 16 411 kg/ha.

Granda (2001), menciona que, en Lamas con aplicación de gel hidrosolvente y con problemas de *Alternaria sp.* reporta un rendimiento de 16 483.3 kg/ha, el cual nos indica que con la aplicación de Microorganismos Eficaces (EM), obtuvo mayor resultado en el rendimiento del cultivo con diferentes dosis aplicadas en cualquier de los tratamientos y sin ninguna otra aplicación de productos.

6.7. Del análisis económico

Se puede apreciar que todos los tratamientos a los que se les aplicó las dosis de microorganismos benéficos arrojaron índices superiores a cero, lo que significó que los ingresos netos fueron superiores a los egresos netos, en otras palabras, los beneficios (ingresos) fueron mayores a los costos de producción (egresos) y en consecuencia los tratamientos generaron riqueza.

En cuanto a quien obtuvo el mayor valor de B/C con 0,47 y un beneficio neto 2837,65 se dio para el testigo ya que en este no se realizó la aplicación de gallinaza, estuvo seguido de los tratamientos T4 ($2,5 \text{ l. ha}^{-1}$ de EM), T3 (2 l. ha^{-1} de EM), T2 ($1,5 \text{ l. ha}^{-1}$ de EM) y T1 (1 l. ha^{-1} de EM) quienes obtuvieron valores de B/C de 0.46, 0.41, 0.41 y 0,40 con beneficios netos de S/.3999; S/.3552,98; S/.3538,43 y S/.3358,07 nuevos soles respectivamente.

Es importante destacar, que estas bajas ganancias obtenidas son debido a la metodología de cálculo de ingresos y egresos llevados a hectárea y a la ley de la oferta y la demanda y que no es tan real a nivel local, puesto que el horticultor local siembra sus hortalizas hasta en un máximo de 200 m², pudiendo así diversificar el manejo y producción de tipos y variedades de hortalizas, lo que le permite obtener producciones diversificadas durante todo el año. Por lo que un análisis de costos por cultivo y por hectárea podría no ser una información real para nuestro departamento.

Otros de los puntos a recalcar es la utilización de gallinaza de postura a razón de 20 t.ha⁻¹ que hace que el beneficio costo de una u otra manera para el testigo se mayor al de los tratamientos estudiados, pues en estos últimos los costos de producción se incrementan significativamente.

VII CONCLUSIONES

- 7.1.** El T4 (2,5 l.ha⁻¹) con el mayor promedio de rendimiento 25312.5 kg.ha⁻¹, 50,63 gramos de peso total de la planta, 4,02 bulbos por planta resultó ser estadísticamente igual a los tratamientos T3 (2,0 l.ha⁻¹) y T2 (1,5 l.ha⁻¹) quienes obtuvieron promedios de 24137.5 kg.ha⁻¹; 48,28 gramos/planta, 23937.5 kg.ha⁻¹; 47,88 gramos/planta y 3,72 y 3,89 bulbos por planta respectivamente.
- 7.2.** El T4 (2,5 l.ha⁻¹) con un promedio de 12.95 mm de diámetro promedio del bulbo superó estadísticamente a los demás tratamientos, seguido del T3 (2,0 l.ha⁻¹), T2 (1,5 l.ha⁻¹), T1 (1,0 l.ha⁻¹) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 12.57 mm, 12.15 mm, 11.8 mm y 10.75 mm de diámetro promedio del bulbo respectivamente.
- 7.3.** El tratamiento T0 obtuvo el mayor valor de B/C con 0,47 y un beneficio neto de 2837,65 nuevos soles, seguido de los tratamientos T4 (2,5l.ha⁻¹ de EM), T3 (2l.ha⁻¹ de EM), T2 (1,5 l.ha⁻¹ de EM) y T1(1 l.ha⁻¹ de EM) quienes obtuvieron valores de B/C de 0.46, 0.41, 0.41 y 0,40 con beneficios netos de S/.3999; S/.3552,98; S/.3538,43 y S/.3358,07 nuevos soles respectivamente.

VIII. RECOMENDACIONES

Considerando las características edafoclimáticas de la zona en estudio, se recomienda:

- 8.1.** La aplicación de 2.5 l.ha^{-1} de microorganismos benéficos disminuyendo considerablemente la dosis de gallinaza de postura.
- 8.2.** Es recomendable además, considerar investigaciones futuras incluyendo la mezcla de dosis de microorganismos benéficos con otras fuentes de abono orgánico, evaluando su efecto residual.
- 8.3.** En futuras investigaciones, antes de utilizar cualquier producto a base de microorganismos es necesario saber la viabilidad y la concentración de ellos, debido a que muchos pueden estar en malas condiciones lo que afectaría su adaptación al medio natural y la evaluación del producto al momento de ser utilizado.
- 8.4.** Certificar la presencia de los microorganismos utilizando diferentes medios de cultivo.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. **APROLAB, (2007).** Manual para la producción de compost con microorganismos eficaces.
2. **Calzada, B. (1982).** Métodos Estadísticos para la investigación. Editorial Milagros S.A. Lima-Perú. 644p.
3. **Camasca V.A. (1994).** Horticultura Práctica. Primera edición, Editado por CONCYTEC. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga – Ayacucho – Perú 1677. CCXVII. 4, 41 pp.
4. **Cáceres, E. (1985).** Producción de Hortalizas. Editorial. Lica – España. 280
5. **Carrillo, L. (2003).** Microbiología Agrícola.
6. **Chavarría, M. (2005).** Microorganismos benéficos en el control de enfermedades en jengibre. Agronomía Costarricense 29(3): 145-155. ISSN: 0377-9424 / 2005. Centro de Investigaciones Agronómicas, Escuela de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 11 p.
7. **Edwuard, T. (2009).** Efecto de microorganismos eficaces (EM) en el rendimiento de cebolla china (*allium fistulosum* L.) variedad 'simba' en el bajo mayo – San Martín.

8. **Espasa Calpe. (1979).** Enciclopedia Universal Ilustrado. Europeo Americano. TomoXII. Madrid Barcelona, Impreso en España. 799 pp.
9. **Granda, A. (2001).** "Efectos de fungicidas de protección y sistémicos en el control del hongo *Alternaria* sp en la cebolla china (*Allium fistulosum*) en Lamas". Tesis para optar el título profesional en la UNSM.Tarapoto-Peru.
10. **Guilcapi Pacheco E.D. (2009).** Efecto De *Trichoderma harzianum* Y*Trichoderma viride*, en La Produccion De Plantas De Café (*Coffea arabica*) VariedadCaturra A Nivel De Vivero.
11. **Higa, T. (1997).** Aplicación de Microorganismos beneficiosos y eficaces.
12. **Higa, T. (1994).** Microorganismos beneficiosos y provechosos "PARA UNA AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE SOSTENIBLE" Universidad de Ryukyus Okinawa, Japón.
13. **HIGA, T. (2003).** Principales Microorganismos Contenidos en el EM. Agrotterra Tecnologías Agrarias www.agrotterra.com
14. **Holdridge, R. (1975).** "Ecología basada en las zonas de vida". San José-Costa Rica. IICA. 250p.

15. **Hortus, J.S.A. (1993).** Boletín informativo sobre cultivos de hortalizas. Tarapoto-Perú. 8p.
16. **Jones, H. 1963.** *Onions and Their Allies Botany Cultivation and Utilization* – London/Leonard Hill (Books), Limited Interscience Plublishfer. In New York.
17. **Kyan, T. (1999).** Kyusei nature farming and the technology of effecctive microorganims. Bankok, TH, Interncional Nature Farming Research Center,Atami, Japan and Asia Pacific Natural Agriculture Network 44p.
18. **Maroto, J. V. (1986).** *Horticultura Herbácea Especial*. 2da Edición. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid – España. 590 Pág.
19. **Mostacero, L. (1993).** *Taxonomía de fanerogamas peruanos* CONCYTEC, impreso en Perú 443 p.
20. **Peñañiel C., Donoso B. (2004).** Evaluación de diferentes dosis de Microorganismos (ME) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) híbrido Atar Ha-435". Campo Experimental y de Investigación Agropecuaria de la ESPOL (CENAE) de propiedad de la ESPOL ubicado en el cantón Guayaquil perteneciente a la provincia del Guayas. 16 p.

21. **Pérez, J. (1979).** Determinación de la Dosis optima de Caliza en un suelo de Iquitos. Usando planta indicadora cebolla china. Tesis de ingeniero Agrónomo. UNAP – PERU. 110 P.
22. **Rivas, W. (2001).** Evaluación de solarización y tres dosis de *Trichoderma harzianum rifai* para el control de complejo *Damping off*, *Fusarium spp*, *Phytiums pp*, en la lechuga (*Lactuca sativa*).Tesis de grado ESPOCH, FRN.
23. **Rogg, H. (2001).** Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades. Memorias Curso Internacional de Producción de Hortalizas. Quito, Ecuador.
24. **Sarli, A. (1980).** Horticultura OMEGA. Barcelona España. Pág. 26
25. **Vargas, S. V. R. (1996).** Cultivo de Cebolla China en Sustrato Mejorado. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.Iquitos – Perú. 65 Pág.
26. **Valdez, J. (1999).** Evaluación de Cuatro Densidades de Siembra en los Rendimientos de Cultivo de Cebolla China (*Allium fistulosum* L.) Variedad Criolla Nacional en el Bajo Mayo. Tesis de Titulo Profesional Universidad Nacional de San Martín. 41 Pág.
27. **Walker, J.C. (1952).** Purple blotch. In Diseases of Vegetables Crops Walker J.C. New York. London.

28. **Zarb, J.Leifert, C. y Litterick, A. (2001).** Oportunidades y desafíos para el uso de inoculantes microbianos en la agricultura. En Proceedings of the 6, Conferencia Internacional sobre la Naturaleza Kyusei agricultura, Sudáfrica, 1999 Senanayake, YDA y Sangakkara UR (Ed.) (En Prensa)

Linkografía Visitada:

- ❖ **Earth, 2009.** La tecnología EM y sus aplicaciones Universidad de Costa Rica EARTH www.emro.com
- ❖ **Emro Partner Brazil. 2009.** Avances de la Tecnología EM en Brasil – HIDROPONÍA, AMBIEM.Ltda www.em-la.com
- ❖ <http://www.emmexico.com/agricultura.pdf>
- ❖ <http://www.bioem.com.pe/usosagricultura.php>
- ❖ <http://www.bioem.com.pe/queesem.php>
- ❖ Microorganismos efectivos EM en la Agricultura. UweRolli - Mérida, Yucatán www.emmexico.com. 5 p.
- ❖ www.mag.go.cr/rev_agr/inicio.htm www.cia.ucr.ac.cr

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado "Evaluación de dosis de microorganismos benéficos en cultivo de cebolla china (*allium fistulosum*) var. roja chiclayana, bajo condiciones agroclimáticas del valle de Lamas", tuvo como objetivos específicos: Determinar la dosis óptima de los microorganismos benéficos que presenta mejores resultados en la producción de cebolla china (*allium fistulosum*), en condiciones agroclimáticas en el valle de Lamas, Realizar el análisis económico de los tratamientos. Se estableció en el Fundo Hortícola "El Pacífico", en el Distrito y provincia de Lamas, se utilizó el diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con cuatro bloques, cinco tratamientos y con un total de 20 unidades experimentales, los tratamientos en estudio fueron Dosis de EM1: To=Testigo; T1=1.00 l/ha T2=1.5 l/ha; T3=2.00 l/ha; T4=2.5 l/ha.

Las conclusiones más relevantes fueron que los tratamientos aplicados en base al EM-1 indujeron respuestas en el peso total de la planta (g), diámetro promedio del bulbo (mm) y la longitud de la hoja, los mismos que promovieron el crecimiento y desarrollo estructura de la planta, traduciéndose en mayores rendimientos en el cultivo de la Cebollita China, variedad Roja chiclayana, el tratamiento 4 (2.5 l/ha) con el EM1, arrojó el mayor promedio de rendimiento de peso total de la planta con 50.63. Todos los tratamientos estudiados generaron riqueza siendo el tratamiento T0 (testigo) el que arrojó el mayor valor de Beneficio/costo con 0,47.

Palabras clave: Rendimiento, microorganismo, beneficio/costo, peso.

SUMMARY

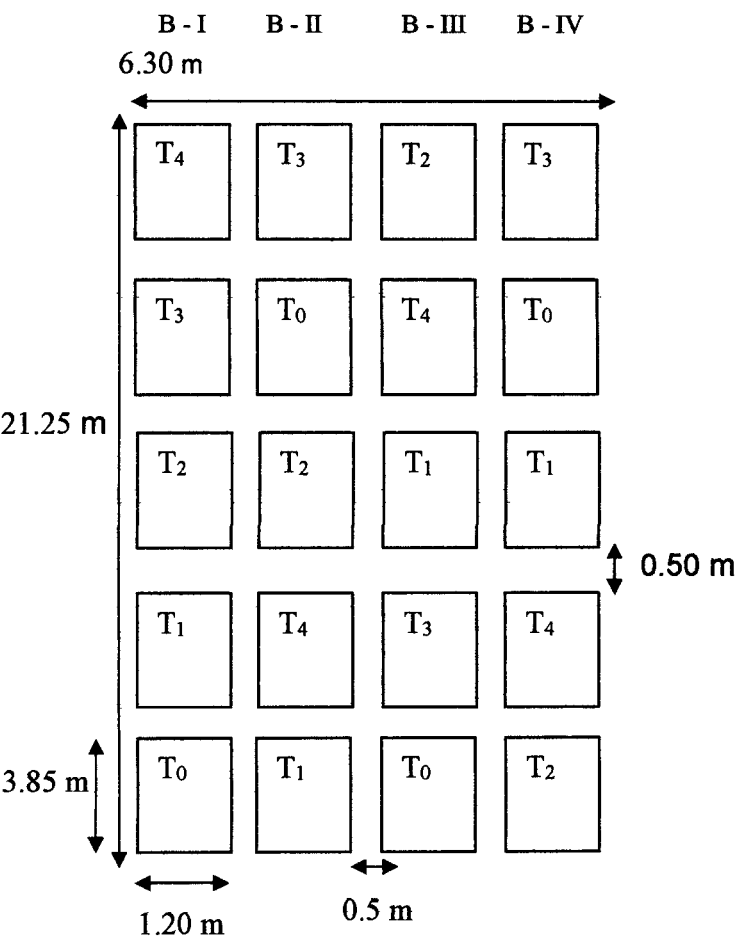
The present qualified work of investigation " Evaluation of dose of charitable microorganisms in culture of Chinese onion (*allium fistulosum*) var. red chiclayana, under conditions agroclimáticas of the valley of Muds ", had as specific aims: To determine the ideal dose of the charitable microorganisms that presents better results in the production of Chinese onion (*allium fistulosum*), to conditions agroclimáticas in the valley of Muds, To realize the economic analysis of the treatments. It was established in the Horticultural Property in the country " The Pacific Ocean ", In the District and province of Muds, (DBCA) was in use the statistical design of Blocks completely at random, with four blocks, five treatments and with a total of 20 experimental units it were EM'S Dose: To=Testigo; T1=1.00 l/ha T2=1.5 l/ha; T3=2.00 l/ha; T4=2.5 l/ha.

The most relevant conclusions were that the treatments applied on the basis of the EM-1 indujeron answers in the fresh weight of the plant (cm), Diameter of the stem (cm) and total number of leaves for plant, the same ones who promoted the growth and development structures of the plant, the treatment being translated in major performances in the culture of the Chinese onion, variety to Red chiclayana, 4 (2.5 l/ha) with EM, threw the major average of performance of Of total weight of the plant with 50.63 grams. All the studied treatments generated wealth being the treatment T0 (witness) the one that threw the high value of Benefit / cost with 0,47.

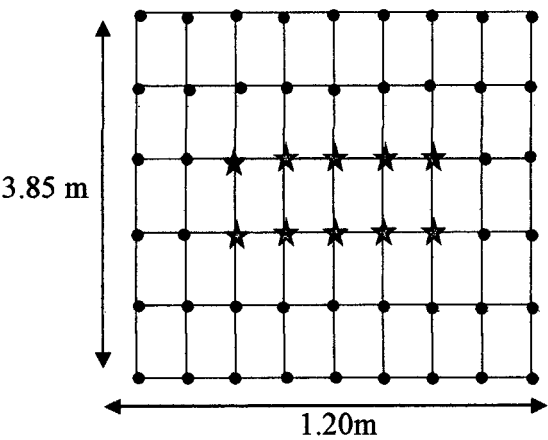
Keywords: Yield, microorganism, benefit / cost, fresh.

ANEXOS

Anexo 1: Croquis de Campo Experimental



Anexo 2: Detalle de la unidad experimental



Anexo 3: Datos de campo

Bloques	Trats	N° bulbos	N° bulbos (transformados)	Diámetro del bulbo	Diámetro basal de la hoja	Longitud de la hoja	Peso de la planta	Rto (kg/ha)
1	0	3,50	1,87	10,50	5,20	45,50	45,40	22700
2	0	3,69	1,92	11,00	5,60	45,80	44,30	22150
3	0	3,69	1,92	11,00	5,80	43,65	43,30	21650
4	0	3,39	1,84	10,50	5,90	42,40	43,80	21900
1	1	3,80	1,95	11,70	6,00	44,40	48,10	24050
2	1	3,80	1,95	11,80	6,20	46,00	46,00	23000
3	1	3,61	1,90	11,90	5,80	47,70	45,80	22900
4	1	3,69	1,92	11,80	5,70	46,80	47,00	23500
1	2	3,92	1,98	12,20	6,30	47,05	48,50	24250
2	2	4,12	2,03	12,10	6,00	46,60	45,80	22900
3	2	3,92	1,98	12,00	6,40	46,70	48,00	24000
4	2	3,69	1,92	12,30	5,90	46,25	49,20	24600
1	3	3,92	1,98	13,00	6,20	45,45	49,30	24650
2	3	4,00	2,00	12,50	6,30	46,10	48,10	24050
3	3	3,80	1,95	12,30	5,90	47,75	48,00	24000
4	3	3,80	1,95	12,50	6,30	46,75	47,70	23850
1	4	4,41	2,10	13,10	7,80	49,70	57,10	28550
2	4	4,12	2,03	12,80	6,90	48,50	47,20	23600
3	4	3,80	1,95	12,90	6,60	47,70	48,40	24200
4	4	3,80	1,95	13,00	6,90	48,15	49,80	24900
Promedios		3,82	1,95	12,05	6,19	46,45	47,54	23770,00

Anexo 4: Costos de producción por tratamiento

Costo de producción para 1 Ha de Cebollita China, variedad La Roja. (T0)				
	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Costo \$l.
a. Preparación del terreno				1200,00
Limpieza de campo	Jornal	20	10	200,00
Removido del suelo	Jornal	20	20	400,00
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	20	30	600,00
b. Mano de Obra				1131,5
Siembra	Jornal	18	10	180,00
Deshierbo	Jornal	18	10	180,00
Riego	Jornal	18	20	360,00
Aplicación de Abono	Jornal	20	4	80,00
Cosecha, Pesado y embalado	T	10	22,1	221,00
Estibadores	T	5	22,1	110,50
c. Insumos				70,00
Semilla	Kg.	140	0,5	70,00
EM microorganismos eficientes	Lt.	70	0	0,00
Gallinaza de postura	Tn	0	0	0,00
d. Materiales				1125,00
Palana de corte	Unidad	20	4,00	80,00
Machete	Unidad	10	4,00	40,00
Rastrillo	Unidad	15	4,00	60,00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120	1,00	120,00
Cordel	M ³	0,3	200	60,00
Sacos	Unidad	1	500	500,00
Lampa	Unidad	20	4,00	80,00
Bomba Mochila	Unidad	150	1,00	150,00
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35,00
e. Transporte	T	20	22,1	442,00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				3968,50
Gastos Administrativos (10%)				396,85
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				1637,00
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN				6002,35

Costo de producción para 1 Ha de Cebollita China, variedad La Roja. (T1)

	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Costo Sl.
a. Preparación del terreno				1200,00
Limpieza de campo	Jornal	20	10	200
Removido del suelo	Jornal	20	20	400
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	20	30	600
b. Mano de Obra				1150,43
Siembra	Jornal	18	10	180
Deshierbo	Jornal	18	10	180
Riego	Jornal	10	10	100
Aplicación de Abono	Jornal	20	4	80
Cosecha, Pesado y embalado	T	10	23,362	233,62
Estibadores	T	5	23,362	116,81
c. Insumos				1140,00
Semilla	Kg.	140	0,5	70
EM microorganismos eficientes	Lt	70	1	70
Gallinaza de postura	Tn	50	20	1000
d. Materiales				1125
Palana de corte	Unidad	20	4,00	80
Machete	Unidad	10	4,00	40
Rastrillo	Unidad	15	4,00	60
Balanza tipo Reloj	Unidad	120	1,00	120
Cordel	M ³	0,3	200	60
Sacos	Unidad	1	500	500
Lampa	Unidad	20	4,00	80
Bomba Mochila	Unidad	150	1,00	150
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35
e. Transporte	T	20	23,362	467,24
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				5082,67
Gastos Administrativos (10%)				508,27
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				2732,24
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN				8323,18

Costo de producción para 1 Ha de Cebollita China, variedad La Roja. (T2)

	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Costo SI.
a. Preparación del terreno				600,00
Limpieza de campo	Jornal	20	10	100
Removido del suelo	Jornal	20	20	200
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	20	30	300
b. Mano de Obra				809,24
Siembra	Jornal	18	10	180
Deshierbo	Jornal	18	10	180
Riego	Jornal	18	20	360
Aplicación de Abono	Jornal	20	4	80
Cosecha, Pesado y embalado	T	10	23,937	239,37
Estibadores	T	5	23,937	119,69
c. Insumos				1175,00
Semilla	Kg.	140	0,5	70
EM microorganismos eficientes	Lt	70	1,5	105
Gallinaza de postura	Tn	50	20	1000
d. Materiales				1125
Palana de corte	Unidad	20	4,00	80
Machete	Unidad	10	4,00	40
Rastrillo	Unidad	15	4,00	60
Balanza tipo Reloj	Unidad	120	1,00	120
Cordel	M ³	0,3	200	60
Sacos	Unidad	1	500	500
Lampa	Unidad	20	4,00	80
Bomba Mochila	Unidad	150	1,00	150
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35
e. Transporte	T	20	23,937	478,74
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				5137,8
Gastos Administrativos (10%)				513,78
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				2778,74
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN				8430,32

Costo de producción para 1 Ha de Cebollita China, variedad La Roja. (T3)

	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Costo Sl.
a. Preparación del terreno				1200,00
Limpieza de campo	Jornal	20	10	200
Removido del suelo	Jornal	20	20	400
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	20	30	600
b. Mano de Obra				1162,06
Siembra	Jornal	18	10	180
Deshierbo	Jornal	18	10	180
Riego	Jornal	18	20	360
Aplicación de Abono	Jornal	20	4	80
Cosecha, Pesado y embalado	T	10	24,137	241,37
Estibadores	T	5	24,137	120,685
c. Insumos				1210,00
Semilla	Kg.	140	0,5	70
EM microorganismos eficientes	Lt	70	2	140
Gallinaza de postura	Tn	50	20	1000
d. Materiales				1125
Palana de corte	Unidad	20	4,00	80
Machete	Unidad	10	4,00	40
Rastrillo	Unidad	15	4,00	60
Balanza tipo Reloj	Unidad	120	1,00	120
Cordel	M ³	0,3	200	60
Sacos	Unidad	1	500	500
Lampa	Unidad	20	4,00	80
Bomba Mochila	Unidad	150	1,00	150
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35
e. Transporte	T	20	24,137	482,74
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				5179,8
Gastos Administrativos (10%)				517,98
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				2817,74
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN				8515,52

Costo de producción para 1 Ha de Cebollita China, variedad La Roja. (T4)				
	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Costo SI.
a. Preparación del terreno				1200,00
Limpieza de campo	Jornal	20	10	200
Removido del suelo	Jornal	20	20	400
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	20	30	600
b. Mano de Obra				1179,68
Siembra	Jornal	18	10	180
Deshierbo	Jornal	18	10	180
Riego	Jornal	18	20	360
Aplicación de Abono	Jornal	20	4	80
Cosecha, Pesado y embalado	T	10	25,312	253,12
Estibadores	T	5	25,312	126,56
c. Insumos				1245,00
Semilla	Kg.	140	0,5	70
EM microorganismos eficientes	Lt	70	2,5	175
Gallinaza de postura	Tn	50	20	1000
d. Materiales				1125
Palana de corte	Unidad	20	4,00	80
Machete	Unidad	10	4,00	40
Rastrillo	Unidad	15	4,00	60
Balanza tipo Reloj	Unidad	120	1,00	120
Cordel	M ³	0,3	200	60
Sacos	Unidad	1	500	500
Lampa	Unidad	20	4,00	80
Bomba Mochila	Unidad	150	1,00	150
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35
e. Transporte	T	20	25,312	506,24
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				5255,92
Gastos Administrativos (10%)				525,59
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				2876,24
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN				8657,75